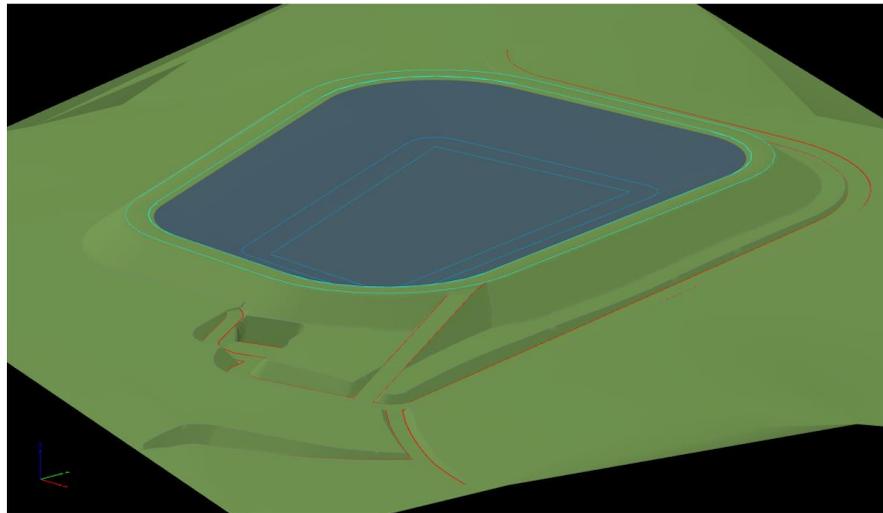


## PROYECTO DE EJECUCIÓN

# MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADIO EN LA ZONA CENTRO SUR DE FUERTEVENTURA, TT.MM. DE TUINEJE Y PÁJARA, ISLA DE FUERTEVENTURA (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA)

## DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



FECHA: Julio 2.023

PROMOTOR: Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A.

Autor: Felipe Sánchez Rivero

Autor: Belén Martín Peña

## Contenido

<b>1.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.- OBJETO DEL PLIEGO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Balsa Tesejerague .....	15
1.2.2 Impulsión .....	16
1.2.3 Ampliación EDAM Gran Tarajal .....	17
1.2.4 Instalación fotovoltaica.....	17
1.2.5 Depósito de Agua Producto .....	17
1.2.6 Estación de bombeo .....	17
1.2.7 Remineralización .....	18
1.2.8 Valvulería, bombeos y elementos singulares .....	18
<b>1.3.- EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.- ALCANCE E INTERPRETACIÓN DEL PLIEGO .....</b>	<b>18</b>
1.4.1 Alcance del pliego .....	19
1.4.2 Interpretación del pliego .....	19
<b>1.5.- DISPOSICIONES APLICABLES .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6.- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y LA PRELACIÓN ENTRE ELLOS.....</b>	<b>28</b>
<b>2.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LOS MATERIALES</b>	<b>30</b>
<b>2.1.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO .....</b>	<b>30</b>
2.1.1 Definición .....	30
2.1.2 Clasificación de los encofrados .....	31
2.1.3 Condiciones generales .....	31
2.1.4 Materiales .....	32
2.1.5 Ejecución de las obras .....	33
2.1.6 Criterio de medición y abono .....	35
2.1.7 Normativa de obligado cumplimiento .....	36
<b>2.2.- AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES.....</b>	<b>36</b>
2.2.1 Definición .....	36
2.2.2 Características.....	36
<b>2.3.- CEMENTOS .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Definición .....	37
2.3.2 Condiciones generales .....	37

2.3.3	Transporte y almacenamiento.....	37
2.3.4	Características químicas .....	38
2.3.5	Control de recepción.....	39
2.3.6	Control de calidad.....	40
2.3.7	Medición y abono .....	41
2.3.8	Normativa de obligado cumplimiento .....	41
<b>2.4.-</b>	<b>ÁRIDOS .....</b>	<b>42</b>
2.4.1	Definición .....	42
2.4.2	Características generales.....	42
2.4.3	Control de Calidad.....	43
2.4.4	Transporte y almacenamiento.....	44
2.4.5	Medición y abono .....	44
2.4.6	Normativa de obligado cumplimiento .....	45
<b>2.5.-</b>	<b>HORMIGONES .....</b>	<b>45</b>
2.5.1	Definición .....	45
2.5.2	Características generales.....	45
2.5.3	Pruebas .....	49
2.5.4	Fabricación y Transporte del Hormigón.....	50
2.5.5	Condiciones generales de suministro .....	52
2.5.6	Condiciones generales de almacenaje .....	53
2.5.7	Vertido del hormigón .....	53
2.5.8	Compactación del hormigón.....	55
2.5.9	Juntas .....	56
2.5.10	Curado del hormigón .....	57
2.5.11	Cimbras y encofrados .....	59
2.5.12	Desencofrado .....	59
2.5.13	Descimbrado .....	60
2.5.14	Criterios de unidad terminada y aceptación .....	60
2.5.15	Unidad y criterios de medición.....	61
2.5.16	Normativa de obligado cumplimiento .....	61
<b>2.6.-</b>	<b>LOSAS DE HORMIGÓN.....</b>	<b>62</b>
2.6.1	Definición .....	62
2.6.2	Condiciones generales .....	62
2.6.3	Tolerancias de ejecución .....	63
2.6.4	Criterios de medición y abono.....	64
2.6.1	Normativa de obligado cumplimiento .....	64
<b>2.7.-</b>	<b>MORTEROS.....</b>	<b>64</b>

2.7.1	Condiciones generales .....	64
2.7.2	Características.....	64
2.7.3	Transporte y almacenamiento.....	65
2.7.4	Criterio de medición y abono .....	65
2.7.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	65
<b>2.8.-</b>	<b>ACEROS .....</b>	<b>66</b>
2.8.1	Definición .....	66
2.8.2	Características generales.....	66
<b>2.8.2.1</b>	<b>ACERO EN ARMADURAS PASIVAS .....</b>	<b>66</b>
<b>2.8.2.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS BARRAS .....</b>	<b>67</b>
<b>2.8.2.3</b>	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA .....</b>	<b>68</b>
2.8.3	Condiciones generales de suministro .....	69
2.8.4	Condiciones generales de almacenaje .....	69
2.8.5	Condiciones generales de ejecución .....	70
2.8.6	Unidad y criterios de medición.....	71
2.8.7	Normativa de obligado cumplimiento .....	71
<b>2.9.-</b>	<b>MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO .....</b>	<b>71</b>
2.9.1	Definición y alcance .....	71
2.9.2	Materiales .....	72
<b>2.9.2.1</b>	<b>LIGANTE HIDROCARBONATADO .....</b>	<b>72</b>
<b>2.9.2.2</b>	<b>ÁRIDOS .....</b>	<b>72</b>
<b>2.9.2.3</b>	<b>ÁRIDO GRUESO.....</b>	<b>73</b>
<b>2.9.2.4</b>	<b>ÁRIDO FINO.....</b>	<b>75</b>
<b>2.9.2.5</b>	<b>POLVO MINERAL .....</b>	<b>76</b>
<b>2.9.2.6</b>	<b>ADITIVOS .....</b>	<b>77</b>
2.9.3	Tipo y composición de la mezcla .....	78
2.9.4	Ejecución de la unidad.....	79
<b>2.9.4.1</b>	<b>ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FORMULAR DE TRABAJO .....</b>	<b>79</b>
<b>2.9.4.2</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE.....</b>	<b>81</b>
<b>2.9.4.3</b>	<b>TRANSPORTE DE LA MEZCLA .....</b>	<b>81</b>
<b>2.9.4.4</b>	<b>EXTENSIÓN DE LA MEZCLA.....</b>	<b>82</b>
<b>2.9.4.5</b>	<b>COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA.....</b>	<b>83</b>
2.9.5	Juntas transversales y longitudinales .....	83
2.9.6	Tramo de prueba.....	84
2.9.7	Especificaciones de la unidad terminada.....	85

<b>2.9.7.1 DENSIDAD</b> .....	<b>85</b>
<b>2.9.7.2 RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA</b> .....	<b>85</b>
<b>2.9.7.3 REGULARIDAD SUPERFICIAL</b> .....	<b>85</b>
<b>2.9.7.4 MACROTEXTURA SUPERFICIAL Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO</b> .....	<b>86</b>
<b>2.9.7.5 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN</b> .....	<b>86</b>
2.9.8    Control de calidad.....	86
<b>2.9.8.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES</b> .....	<b>87</b>
<b>2.9.8.2 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL LIGANTE HIDROCARBONATADO</b> .....	<b>87</b>
<b>2.9.8.3 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS ÁRIDOS</b> .....	<b>87</b>
<b>2.9.8.4 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL POLVO MINERAL DE APORTACIÓN</b> .....	<b>88</b>
2.9.9    Control de calidad de los materiales.....	88
<b>2.9.9.1 CONTROL DE CALIDAD DE LOS LIGANTES HIDROCARBONATADOS</b> .....	<b>88</b>
<b>2.9.9.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS ÁRIDOS</b> .....	<b>89</b>
<b>2.9.9.3 CONTROL DE CALIDAD DEL POLVO MINERAL</b> .....	<b>90</b>
2.9.10   Control de ejecución.....	90
<b>2.9.10.1 FABRICACIÓN</b> .....	<b>90</b>
2.9.11   Puesta en obra.....	93
<b>2.9.11.1 EXTENSIÓN</b> .....	<b>93</b>
<b>2.9.11.2 COMPACTACIÓN</b> .....	<b>94</b>
2.9.12   Control de recepción de la unidad terminada .....	95
2.9.13   Criterios de aceptación .....	96
<b>2.9.13.1 DENSIDAD</b> .....	<b>96</b>
<b>2.9.13.2 ESPESOR</b> .....	<b>97</b>
<b>2.9.13.3 REGULARIDAD SUPERFICIAL</b> .....	<b>97</b>
<b>2.9.13.4 MACROTEXTURA SUPERFICIAL Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO</b> .....	<b>99</b>
2.9.14   Medición y abono .....	100
2.9.15   Normativa de obligado cumplimiento .....	100
<b>2.10.- ZAHORRAS</b> .....	<b>100</b>
2.10.1   Definición .....	100
2.10.2   Materiales .....	101
2.10.3   Áridos .....	101
2.10.4   Árido grueso .....	103
2.10.5   Árido fino .....	104
2.10.6   Ejecución .....	105
2.10.7   Condiciones de suministro y almacenaje .....	107

2.10.8	Especificaciones de la unidad terminada.....	107
<b>2.10.8.1</b>	<b>DENSIDAD.....</b>	<b>107</b>
<b>2.10.8.2</b>	<b>CAPACIDAD DE SOPORTE.....</b>	<b>107</b>
<b>2.10.8.3</b>	<b>RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA.....</b>	<b>108</b>
<b>2.10.8.4</b>	<b>REGULARIDAD SUPERFICIAL.....</b>	<b>109</b>
2.10.9	Control de recepción de la unidad terminada.....	109
2.10.10	Unidad y criterios de medición.....	111
2.10.11	Normativa de obligado cumplimiento.....	111
<b>2.11.-</b>	<b>SUELO CEMENTO.....</b>	<b>111</b>
2.11.1	Materiales.....	111
<b>2.11.1.1</b>	<b>CEMENTO.....</b>	<b>111</b>
<b>2.11.1.2</b>	<b>MATERIALES GRANULARES.....</b>	<b>112</b>
<b>2.11.1.3</b>	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA.....</b>	<b>112</b>
<b>2.11.1.4</b>	<b>PLASTICIDAD.....</b>	<b>113</b>
<b>2.11.1.5</b>	<b>AGUA.....</b>	<b>113</b>
<b>2.11.1.6</b>	<b>ADITIVOS.....</b>	<b>113</b>
2.11.2	Preparación de la superficie existente.....	114
2.11.3	Fabricación.....	114
2.11.4	Compactación y terminación.....	115
2.11.5	Ejecución de juntas de trabajo.....	115
2.11.6	Curado y protección superficial.....	116
2.11.7	Unidad y criterios de medición.....	117
2.11.8	Normativa de obligado cumplimiento.....	117
<b>2.12.-</b>	<b>RIEGO DE ADHERENCIA.....</b>	<b>117</b>
2.12.1	Definición y alcance.....	117
2.12.2	Materiales.....	117
<b>2.12.2.1</b>	<b>EMULSIÓN BITUMINOSA.....</b>	<b>118</b>
<b>2.12.2.2</b>	<b>DOTACIÓN DEL LIGANTE.....</b>	<b>118</b>
2.12.3	Equipo necesario para la ejecución de la obra.....	118
<b>2.12.3.1</b>	<b>EQUIPO PARA LA APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN BITUMINOSA.....</b>	<b>118</b>
2.12.4	Ejecución de las obras.....	119
<b>2.12.4.1</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE.....</b>	<b>119</b>
<b>2.12.4.2</b>	<b>APLICACIÓN DE LA EMULSIÓN BITUMINOSA.....</b>	<b>120</b>
<b>2.12.4.3</b>	<b>LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.....</b>	<b>120</b>
2.12.5	Control de calidad.....	121

<b>2.12.5.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LA EMULSIÓN BITUMINOSA .....</b>	<b>121</b>
<b>2.12.5.2 CONTROL DE CALIDAD DE LA EMULSIÓN BITUMINOSA .....</b>	<b>121</b>
2.12.6 Control de ejecución .....	121
2.12.7 Criterios de aceptación o rechazo .....	121
2.12.8 Medición y abono .....	122
2.12.9 Normativa de obligado cumplimiento .....	122
<b>2.13.- TUBERÍA DE PVC-O.....</b>	<b>122</b>
2.13.1 Características y especificaciones .....	122
2.13.2 Características generales.....	125
<b>2.13.2.1 TOLERANCIAS.....</b>	<b>126</b>
<b>2.13.2.2 UNIÓN ENCOLADA.....</b>	<b>127</b>
<b>2.13.2.3 UNIÓN CON ANILLA ELASTOMÉRICA.....</b>	<b>127</b>
2.13.3 Condiciones del proceso de ejecución.....	128
2.13.4 Transporte y recepción en obra de los tubos .....	132
2.13.5 Almacenamiento .....	133
2.13.6 Suministro.....	134
2.13.7 Condiciones de las uniones.....	134
<b>2.13.7.1 JUNTA ELÁSTICA .....</b>	<b>134</b>
2.13.8 Pruebas en las tuberías.....	135
<b>2.13.8.1 REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>136</b>
2.13.9 Unidad y criterios de medición.....	138
2.13.10 Normativa de obligado cumplimiento .....	138
<b>2.14.- TUBOS RANURADOS DE PVC PARA DRENAJE .....</b>	<b>138</b>
2.14.1 Definición .....	139
2.14.2 Características.....	139
<b>2.14.2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....</b>	<b>139</b>
<b>2.14.2.2 PERFORACIONES .....</b>	<b>141</b>
<b>2.14.2.3 CAUDALES Y VELOCIDADES A SECCIÓN LLENA .....</b>	<b>142</b>
<b>2.14.2.4 JUNTAS .....</b>	<b>142</b>
2.14.3 Control de recepción.....	142
<b>2.14.3.1 MATERIALES DE TUBOS .....</b>	<b>143</b>
<b>2.14.3.2 RESISTENCIA A CORTO PLAZO.....</b>	<b>144</b>
<b>2.14.3.3 RESISTENCIA A LARGO PLAZO.....</b>	<b>145</b>
<b>2.14.3.4 RESISTENCIA AL IMPACTO .....</b>	<b>145</b>
<b>2.14.3.5 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN TUBOS CORRUGADOS .....</b>	<b>145</b>

<b>2.14.3.6 TUBOS RANURADOS DE PVC PARA DRENAJE .....</b>	<b>146</b>
<b>2.14.3.7 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN OBRA .....</b>	<b>146</b>
<b>2.14.3.8 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....</b>	<b>147</b>
2.14.4    Unidad y criterios de medición.....	147
2.14.5    Normativa de obligado cumplimiento .....	148
<b>2.15.- TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....</b>	<b>148</b>
2.15.1    Definición .....	148
2.15.2    Características constructivas.....	149
<b>2.15.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA .....</b>	<b>149</b>
<b>2.15.2.2 REVESTIMIENTOS .....</b>	<b>150</b>
<b>2.15.2.3 DIMENSIONES .....</b>	<b>152</b>
<b>2.15.2.4 PRESIONES .....</b>	<b>155</b>
<b>2.15.2.5 CARGAS DE CÁLCULO Y TENSIONES ADMISIBLES .....</b>	<b>156</b>
<b>2.15.2.6 MARCADO.....</b>	<b>156</b>
<b>2.15.2.7 TUBOS CON BRIDAS Y RACORES .....</b>	<b>157</b>
2.15.3    Pruebas en fábrica y control de fabricación.....	157
<b>2.15.3.1 GENERALIDADES SOBRE LOS MATERIALES .....</b>	<b>161</b>
<b>2.15.3.2 GENERALIDADES SOBRE LA FABRICACIÓN DE TUBOS.....</b>	<b>161</b>
<b>2.15.3.3 TOLERANCIAS.....</b>	<b>162</b>
2.15.4    Transporte y suministro .....	162
2.15.5    Control de recepción.....	163
2.15.6    Certificados de fabricación y calidad .....	164
2.15.7    Juntas .....	164
2.15.8    Gomas para juntas .....	165
<b>2.15.8.1 CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS.....</b>	<b>166</b>
<b>2.15.8.2 TEMPERATURA.....</b>	<b>167</b>
<b>2.15.8.3 HUMEDAD.....</b>	<b>167</b>
<b>2.15.8.4 LUZ.....</b>	<b>167</b>
<b>2.15.8.5 OXÍGENO Y OZONO .....</b>	<b>168</b>
<b>2.15.8.6 DEFORMACIÓN.....</b>	<b>168</b>
<b>2.15.8.7 CONTACTOS CON LÍQUIDOS, SEMISÓLIDOS Y SUS VAPORES .....</b>	<b>168</b>
<b>2.15.8.8 CONTACTOS CON METALES .....</b>	<b>168</b>
<b>2.15.8.9 CONTACTO CON MATERIALES PULVERULENTOS .....</b>	<b>169</b>

<b>2.15.8.10</b>	<b>CONTACTO CON OTROS ELASTÓMEROS.....</b>	<b>169</b>
<b>2.15.8.11</b>	<b>ELASTÓMEROS UNIDOS A METALES.....</b>	<b>169</b>
<b>2.15.8.12</b>	<b>CONTENEDORES Y MATERIAL ENVOLTORIO.....</b>	<b>169</b>
<b>2.15.8.13</b>	<b>LIMPIEZA .....</b>	<b>169</b>
2.15.9	Sistemas de unión .....	169
<b>2.15.9.1</b>	<b>TUBOS DE JUNTA AUTOMÁTICA FLEXIBLE .....</b>	<b>170</b>
<b>2.15.9.2</b>	<b>TUBOS DE JUNTA MECÁNICA .....</b>	<b>171</b>
<b>2.15.9.3</b>	<b>TUBOS DE JUNTAS ACERROJADAS .....</b>	<b>171</b>
<b>2.15.9.4</b>	<b>TUBOS DE UNIONES EMBRIDADAS.....</b>	<b>172</b>
<b>2.15.9.5</b>	<b>ANILLOS DE ELASTÓMERO.....</b>	<b>172</b>
2.15.10	Control de calidad .....	174
<b>2.15.10.1</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES.....</b>	<b>174</b>
<b>2.15.10.2</b>	<b>CONTROL DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>174</b>
2.15.11	Pruebas.....	175
<b>2.15.11.1</b>	<b>PRUEBA DE PRESIÓN INTERIOR .....</b>	<b>176</b>
<b>2.15.11.2</b>	<b>PRUEBA DE ESTANQUEIDAD .....</b>	<b>177</b>
2.15.12	Desinfección y lavado.....	178
2.15.13	Normativa de obligado cumplimiento .....	178
2.15.14	Criterios de medición y abono .....	179
<b>2.16.-</b>	<b>TUBOS DE PRFV .....</b>	<b>179</b>
2.16.1	Definición .....	179
2.16.2	Características del material.....	180
2.16.3	Condiciones de montaje .....	180
2.16.4	Control de recepción.....	181
<b>2.16.4.1</b>	<b>PRODUCTOS DEFECTUOSOS .....</b>	<b>181</b>
<b>2.16.4.2</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>182</b>
2.16.5	Sistemas de unión .....	183
<b>2.16.5.1</b>	<b>MANGUITO .....</b>	<b>183</b>
<b>2.16.5.2</b>	<b>ESPIGA CAMPANA .....</b>	<b>184</b>
2.16.6	Transporte y almacenamiento.....	185
2.16.7	Pruebas .....	185
<b>2.16.7.1</b>	<b>REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>186</b>
2.16.8	Normativa de obligado cumplimiento .....	188
2.16.9	Criterios de medición y abono.....	188
<b>2.17.-</b>	<b>TUBOS DE POLIETILENO .....</b>	<b>189</b>

2.17.1	Definición .....	189
2.17.2	Diámetros, espesores y presiones .....	189
2.17.3	Condiciones del proceso de ejecución.....	190
2.17.4	Control de recepción.....	192
<b>2.17.4.1</b>	<b>MARCADO DE LOS TUBOS.....</b>	<b>192</b>
2.17.5	Pruebas de las tuberías.....	193
<b>2.17.5.1</b>	<b>REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>194</b>
2.17.6	Normativa de obligado cumplimiento .....	196
2.17.7	Criterios de medición y abono.....	196
<b>2.18.-</b>	<b>PIEZAS ESPECIALES DE PVC-O.....</b>	<b>196</b>
2.18.1	Condiciones generales .....	197
2.18.2	Condiciones del proceso de ejecución.....	197
2.18.3	Características técnicas.....	198
<b>2.18.3.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL .....</b>	<b>198</b>
<b>2.18.3.2</b>	<b>ASPECTO SUPERFICIAL .....</b>	<b>199</b>
2.18.4	Anclajes de las piezas especiales de fundición dúctil.....	200
2.18.5	Plan de aseguramiento de la calidad.....	201
<b>2.18.5.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>201</b>
<b>2.18.5.2</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES .....</b>	<b>201</b>
<b>2.18.5.3</b>	<b>CONTROL DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>201</b>
<b>2.18.5.4</b>	<b>GESTIÓN AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN.....</b>	<b>203</b>
<b>2.18.5.5</b>	<b>TRANSPORTE A OBRA .....</b>	<b>203</b>
2.18.6	Suministro.....	203
2.18.7	Normativa de obligado cumplimiento .....	203
2.18.8	Unidad y criterios de medición.....	203
<b>2.19.-</b>	<b>PIEZAS ESPECIALES DE FDC .....</b>	<b>204</b>
2.19.1	Condiciones generales .....	204
2.19.2	Condiciones del proceso de ejecución.....	204
2.19.3	Características técnicas.....	205
<b>2.19.3.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL .....</b>	<b>206</b>
<b>2.19.3.2</b>	<b>ASPECTO SUPERFICIAL .....</b>	<b>206</b>
<b>2.19.3.3</b>	<b>MARCADO.....</b>	<b>206</b>
<b>2.19.3.4</b>	<b>RECUBRIMIENTO DE RACORES Y ACCESORIOS .....</b>	<b>207</b>
<b>2.19.3.5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....</b>	<b>207</b>
<b>2.19.3.6</b>	<b>RACORES PARA UNIÓN .....</b>	<b>208</b>

2.19.4	Sistemas de unión .....	209
<b>2.19.4.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>209</b>
<b>2.19.4.2</b>	<b>ACCESORIOS JUNTA MECÁNICA .....</b>	<b>209</b>
<b>2.19.4.3</b>	<b>JUNTAS ACERROJADAS .....</b>	<b>209</b>
<b>2.19.4.4</b>	<b>UNIONES EMBRIDADAS .....</b>	<b>210</b>
<b>2.19.4.5</b>	<b>SANILLOS DE ELASTÓMERO .....</b>	<b>211</b>
2.19.5	Presiones .....	212
2.19.6	Anclajes de las piezas especiales de fundición dúctil.....	212
2.19.7	Pérdidas de carga hidráulicas .....	213
2.19.8	Características técnicas específicas .....	213
<b>2.19.8.1</b>	<b>LONGITUD .....</b>	<b>213</b>
<b>2.19.8.2</b>	<b>CLASES DE PRESIÓN .....</b>	<b>213</b>
2.19.9	Plan de aseguramiento de la calidad.....	214
<b>2.19.9.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>214</b>
<b>2.19.9.2</b>	<b>CONTROL DE MATERIALES .....</b>	<b>214</b>
<b>2.19.9.3</b>	<b>CONTROL DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>214</b>
<b>2.19.9.4</b>	<b>GESTIÓN AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN.....</b>	<b>216</b>
<b>2.19.9.5</b>	<b>TRANSPORTE A OBRA .....</b>	<b>216</b>
2.19.10	Suministro.....	216
2.19.11	Normativa de obligado cumplimiento .....	216
2.19.12	Unidad y criterios de medición.....	217
<b>2.20.-</b>	<b>PIEZAS ESPECIALES DE PRFV.....</b>	<b>217</b>
2.20.1	Condiciones generales .....	217
2.20.2	Condiciones del proceso de ejecución.....	218
2.20.3	Características técnicas.....	219
<b>2.20.3.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL .....</b>	<b>219</b>
<b>2.20.3.2</b>	<b>ASPECTO SUPERFICIAL .....</b>	<b>220</b>
2.20.4	Sistemas de unión .....	221
<b>2.20.4.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>221</b>
<b>2.20.4.2</b>	<b>UNIONES EMBRIDADAS .....</b>	<b>221</b>
<b>2.20.4.3</b>	<b>SANILLOS DE ELASTÓMERO.....</b>	<b>222</b>
2.20.5	Anclajes de las piezas especiales de PRFV .....	223
2.20.6	Plan de aseguramiento de la calidad.....	224
<b>2.20.6.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>224</b>

<b>2.20.6.2 CONTROL DE MATERIALES .....</b>	<b>224</b>
<b>2.20.6.3 CONTROL DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>225</b>
<b>2.20.6.4 GESTIÓN AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN.....</b>	<b>226</b>
<b>2.20.6.5 TRANSPORTE A OBRA .....</b>	<b>226</b>
2.20.7 Suministro.....	227
2.20.8 Normativa de obligado cumplimiento .....	227
2.20.9 Unidad y criterios de medición.....	227
<b>2.21.- PIEZAS ESPECIALES DE POLIETILENO .....</b>	<b>227</b>
2.21.1 Condiciones generales .....	227
2.21.2 Condiciones del proceso de ejecución.....	228
2.21.3 Características técnicas.....	229
<b>2.21.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL .....</b>	<b>229</b>
<b>2.21.3.2 ASPECTO SUPERFICIAL .....</b>	<b>229</b>
2.21.4 Sistemas de unión .....	230
2.21.5 Anclajes de las piezas especiales de polietileno .....	231
2.21.6 Plan de aseguramiento de la calidad.....	231
<b>2.21.6.1 GENERALIDADES .....</b>	<b>231</b>
<b>2.21.6.2 CONTROL DE MATERIALES .....</b>	<b>232</b>
<b>2.21.6.3 CONTROL DE FABRICACIÓN.....</b>	<b>232</b>
<b>2.21.6.4 GESTIÓN AMBIENTAL EN LA FABRICACIÓN.....</b>	<b>233</b>
<b>2.21.6.5 TRANSPORTE A OBRA .....</b>	<b>234</b>
2.21.7 Suministro.....	234
2.21.8 Normativa de obligado cumplimiento .....	234
2.21.9 Unidad y criterios de medición.....	234
<b>2.22.- VÁLVULAS DE COMPUERTA .....</b>	<b>234</b>
2.22.1 Definición .....	234
2.22.2 Características generales.....	235
2.22.3 Condiciones del proceso de ejecución.....	236
2.22.4 Almacenamiento .....	237
2.22.5 Normativa de obligado cumplimiento .....	237
2.22.6 Unidad y criterios de medición.....	237
<b>2.23.- VÁLVULAS DE MARIPOSA.....</b>	<b>237</b>
2.23.1 Definición .....	237
2.23.2 Características generales.....	238
2.23.3 Materiales .....	239
2.23.4 Condiciones del proceso de ejecución.....	239

2.23.5	Almacenamiento .....	239
2.23.6	Normativa de obligado cumplimiento .....	239
2.23.7	Unidad y criterios de medición.....	240
<b>2.24.-</b>	<b>VÁLVULAS DE RETENCIÓN .....</b>	<b>240</b>
2.24.1	Definición .....	240
2.24.2	Características generales.....	240
2.24.3	Condiciones del proceso de ejecución.....	241
2.24.4	Normativa de obligado cumplimiento .....	241
2.24.5	Unidad y criterios de medición.....	241
<b>2.25.-</b>	<b>VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE PRESIÓN .....</b>	<b>241</b>
2.25.1	Definición .....	242
2.25.2	Características generales.....	242
2.25.3	Condiciones del proceso de ejecución.....	242
2.25.4	Normativa de obligado cumplimiento .....	243
2.25.5	Unidad y criterios de medición.....	243
<b>2.26.-</b>	<b>BOMBAS .....</b>	<b>243</b>
2.26.1	Definición .....	243
2.26.2	Características de la bomba .....	243
2.26.3	Curvas características .....	244
2.26.4	Ejecución de las obras .....	245
2.26.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	246
2.26.6	Unidad y criterios de medición.....	246
<b>2.27.-</b>	<b>VENTOSAS .....</b>	<b>246</b>
2.27.1	Definición .....	246
2.27.2	Cuerpo .....	247
<b>2.27.2.1</b>	<b>DEFINICIÓN .....</b>	<b>247</b>
<b>2.27.2.2</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>247</b>
2.27.3	Tapa .....	247
<b>2.27.3.1</b>	<b>DEFINICIÓN .....</b>	<b>247</b>
<b>2.27.3.2</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>248</b>
2.27.4	Flotador.....	248
<b>2.27.4.1</b>	<b>DEFINICIÓN .....</b>	<b>248</b>
<b>2.27.4.2</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>249</b>
2.27.5	Sistema de estanqueidad.....	249
<b>2.27.5.1</b>	<b>DEFINICIÓN .....</b>	<b>249</b>
<b>2.27.5.2</b>	<b>MATERIALES .....</b>	<b>249</b>
2.27.6	Juntas de estanqueidad.....	250

<b>2.27.6.1</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>250</b>
<b>2.27.6.2</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>250</b>
2.27.7	Elementos internos	250
<b>2.27.7.1</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>250</b>
<b>2.27.7.2</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>251</b>
2.27.8	Enlaces a la conducción	251
<b>2.27.8.1</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>251</b>
<b>2.27.8.2</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>252</b>
2.27.9	Tornillería	252
<b>2.27.9.1</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>252</b>
<b>2.27.9.2</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>252</b>
2.27.10	Características técnicas de las ventosas	252
2.27.11	Características neumáticas	253
2.27.12	Características dimensionales	254
2.27.13	Protecciones	255
2.27.14	Marcado	255
2.27.15	Condiciones del proceso de ejecución	256
2.27.16	Normativa de obligado cumplimiento	257
2.27.17	Unidad y criterios de medición	257
<b>2.28.-</b>	<b>ARQUETAS</b>	<b>257</b>
2.28.1	Definición	257
2.28.2	Ejecución de las obras	257
2.28.3	Normativa de obligado cumplimiento	258
2.28.4	Criterios de medición y abono	259
<b>2.29.-</b>	<b>POZOS</b>	<b>259</b>
2.29.1	Definición	259
2.29.2	Características generales	259
2.29.3	Condiciones del proceso de ejecución	261
2.29.4	Normativa de obligado cumplimiento	261
2.29.5	Criterios de medición y abono	262
<b>2.30.-</b>	<b>CAUDALÍMETROS</b>	<b>262</b>
2.30.1	Definición	262
2.30.2	Características generales	262
2.30.3	Recomendaciones de instalación	263
2.30.4	Normativa de obligado cumplimiento	265
2.30.5	Unidad y criterios de medición	265
<b>2.31.-</b>	<b>CARRETES DE DESMONTAJE</b>	<b>265</b>

2.31.1	Definición .....	265
2.31.2	Características generales.....	265
2.31.3	Materiales .....	266
2.31.4	Condiciones del proceso de ejecución.....	266
2.31.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	266
2.31.6	Criterios de medición y abono.....	266
<b>2.32.-</b>	<b>LÁMINA DE IMPERMEABILIZACIÓN .....</b>	<b>266</b>
2.32.1	Definición .....	266
2.32.2	Condiciones de los materiales .....	267
2.32.3	Elementos metálicos .....	268
2.32.4	Juntas para impermeabilización.....	269
2.32.5	Tiras de neopreno .....	269
2.32.6	Filtro de material sintético .....	269
<b>2.33.-</b>	<b>LÁMINAS DE PVC .....</b>	<b>270</b>
2.33.1	Control de soldaduras .....	271
2.33.2	Garantías .....	272
2.33.3	Condiciones de montaje .....	272
2.33.4	Transporte y almacenamiento.....	273
2.33.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	275
2.33.6	Unidad y criterios de medición.....	275
<b>2.34.-</b>	<b>HILO DE POLIAMIDA .....</b>	<b>275</b>
2.34.1	Definición .....	276
2.34.2	Características.....	276
2.34.3	Identificación .....	276
2.34.4	Ejecución de las obras .....	276
2.34.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	277
2.34.6	Criterios de medición y abono.....	277
<b>2.35.-</b>	<b>MALLA DE SOMBREO .....</b>	<b>277</b>
2.35.1	Definición .....	277
2.35.2	Características.....	277
2.35.3	Instalación.....	278
2.35.4	Normativa de obligado cumplimiento .....	278
2.35.5	Criterios de medición y abono.....	278
<b>2.36.-</b>	<b>SISTEMA DE TELECONTROL.....</b>	<b>279</b>
2.36.1	Definición .....	279
2.36.2	Elementos .....	279
<b>2.36.2.1</b>	<b>CENTRO DE CONTROL .....</b>	<b>279</b>

<b>2.36.2.2 ESTACIÓN REMOTA</b> .....	<b>280</b>
<b>2.36.2.3 SENSORES</b> .....	<b>281</b>
<b>2.36.2.4 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELECTROMECAÁNICA</b> .....	<b>281</b>
2.36.3 Equipamiento.....	281
<b>2.36.3.1 CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR</b> .....	<b>281</b>
<b>2.36.3.2 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA PRODUCTO</b> .....	<b>282</b>
<b>2.36.3.3 ARQUETA DE BY-PASS</b> .....	<b>283</b>
<b>2.36.3.4 DEPÓSITO DE MAZACOTE</b> .....	<b>285</b>
<b>2.36.3.5 Balsa TESEJERAGUE</b> .....	<b>287</b>
<b>2.36.3.6 CENTRO DE CONTROL</b> .....	<b>289</b>
<b>2.36.3.7 SONDAS PIEZOMÉTRICAS</b> .....	<b>291</b>
<b>2.37.- FORJADOS</b> .....	<b>293</b>
2.37.1 Definición .....	293
2.37.2 Características generales.....	294
2.37.3 Normativa de obligado cumplimiento .....	294
2.37.4 Criterios de medición y abono .....	294
<b>2.38.- BLOQUES DE HORMIGÓN VIBRADO</b> .....	<b>294</b>
2.38.1 Definición .....	294
2.38.2 Criterios de recepción .....	295
2.38.3 Ejecución de las obras .....	295
2.38.4 Control de calidad.....	297
2.38.5 Normativa de obligado cumplimiento .....	298
2.38.6 Criterio de medición y abono .....	298
<b>2.39.- MAMPOSTERÍA</b> .....	<b>298</b>
2.39.1 Definición .....	298
2.39.2 Condiciones previas.....	299
2.39.3 Componentes .....	299
2.39.4 Ejecución de las obras .....	299
2.39.5 Control de ejecución .....	300
2.39.6 Normativa de obligado cumplimiento .....	300
2.39.7 Criterios de medición y abono.....	301
<b>2.40.- ENFOCADO, MAESTREADO Y FRATASADO CON MORTERO</b> .....	<b>301</b>
2.40.1 Condiciones generales .....	301
2.40.2 Ejecución de las obras .....	302
2.40.3 Control de ejecución .....	303
2.40.4 Normativa de obligado cumplimiento .....	304

2.40.5	Criterios de medición y abono.....	304
<b>2.41.-</b>	<b>PASAMUROS.....</b>	<b>304</b>
2.41.1	Condiciones generales .....	304
2.41.2	Condiciones de ejecución .....	305
2.41.3	Criterios de medición y abono.....	305
<b>2.42.-</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA.....</b>	<b>305</b>
2.42.1	Definición .....	305
2.42.2	Condiciones generales .....	306
<b>2.42.2.1</b>	<b>VENTANAS O BALCONERAS .....</b>	<b>307</b>
<b>2.42.2.2</b>	<b>PUERTAS .....</b>	<b>307</b>
2.42.3	Materiales .....	307
<b>2.42.3.1</b>	<b>VENTANAS.....</b>	<b>308</b>
<b>2.42.3.2</b>	<b>JUNQUILLOS.....</b>	<b>308</b>
<b>2.42.3.3</b>	<b>PUERTA .....</b>	<b>308</b>
<b>2.42.3.4</b>	<b>TORNILLO Y REMACHE.....</b>	<b>308</b>
<b>2.42.3.5</b>	<b>HERRAJES Y ACCESORIOS .....</b>	<b>308</b>
2.42.4	Ejecución de las obras .....	309
2.42.5	Transporte y almacenamiento.....	309
2.42.6	Control de ejecución .....	309
<b>2.42.6.1</b>	<b>CERCO .....</b>	<b>309</b>
<b>2.42.6.2</b>	<b>PUERTA .....</b>	<b>310</b>
<b>2.42.6.3</b>	<b>VENTANAS.....</b>	<b>310</b>
2.42.7	Normativa de obligado cumplimiento .....	310
2.42.8	Criterio de medición y abono .....	310
<b>2.43.-</b>	<b>CERRAMIENTOS.....</b>	<b>311</b>
2.43.1	Materiales .....	311
2.43.2	Control de ejecución .....	311
2.43.3	Normativa de obligado cumplimiento .....	311
2.43.4	Criterio de medición y abono .....	311
<b>2.44.-</b>	<b>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>312</b>
2.44.1	Obra civil .....	312
<b>2.44.1.1</b>	<b>FORJADOS Y CUBIERTAS .....</b>	<b>312</b>
<b>2.44.1.2</b>	<b>PUERTAS, TRAMPAS Y TRAMPILLAS DE ESCALERAS.....</b>	<b>312</b>
<b>2.44.1.3</b>	<b>VENTILACIÓN .....</b>	<b>313</b>
<b>2.44.1.4</b>	<b>GRADO DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>313</b>

<b>2.44.1.5POZOS DE RECOGIDA DE ACEITE .....</b>	<b>314</b>
<b>2.44.1.6CANALES INTERIORES .....</b>	<b>314</b>
<b>2.44.1.7DESAGÜES .....</b>	<b>314</b>
<b>2.44.1.8ILUMINACIÓN .....</b>	<b>314</b>
<b>2.44.1.9EQUIPOS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>315</b>
<b>2.44.1.10 EQUIPOTENCIALIDAD .....</b>	<b>315</b>
2.44.2 Instalación eléctrica .....	315
<b>2.44.2.1CELDA DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.....</b>	<b>315</b>
<b>2.44.2.2PUENTE DE MEDIA TENSIÓN DE UNIÓN PROTECCIÓN TRANSFORMADOR - TRANSFORMADOR.....</b>	<b>316</b>
<b>2.44.2.3BOBINA DE DISPARO.....</b>	<b>317</b>
<b>2.44.2.4CARTUCHOS FUSIBLES .....</b>	<b>317</b>
<b>2.44.2.5TRANSFORMADOR .....</b>	<b>318</b>
<b>2.44.2.6CONECTORES.....</b>	<b>318</b>
<b>2.44.2.7CONOS DEFLECTORES .....</b>	<b>318</b>
<b>2.44.2.8TERMINALES DE COBRE .....</b>	<b>319</b>
<b>2.44.2.9TERMINALES BIMETÁLICOS.....</b>	<b>319</b>
<b>2.44.2.10 CIRCUITOS DE TIERRA.....</b>	<b>319</b>
<b>2.44.2.11 PUENTE DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>319</b>
<b>2.44.2.12 APARATOS DE MEDIDA .....</b>	<b>320</b>
<b>2.44.2.13 PASILLOS .....</b>	<b>320</b>
<b>2.44.2.14 OTROS MATERIALES .....</b>	<b>320</b>
2.44.3 Condiciones de ejecución y montaje .....	321
2.44.4 Almacenamiento .....	325
2.44.5 Criterios de aceptación y rechazo .....	325
2.44.6 Reconocimientos .....	326
2.44.7 Pruebas y ensayos .....	327
2.44.8 Mantenimiento.....	328
2.44.9 Seguridad y salud .....	330
<b>2.44.9.1PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>332</b>
<b>2.44.9.2DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>332</b>
<b>2.44.9.3APARATOS DE MANIOBRA.....</b>	<b>332</b>
<b>2.44.9.4PROTECCIONES .....</b>	<b>332</b>

<b>2.44.9.5</b>	<b>PROTECCIONES CONTRA SOBREENTENSIDADES .....</b>	<b>332</b>
2.44.10	Reparación y reposición.....	333
2.44.11	Inspecciones periódicas .....	333
<b>2.44.11.1</b>	<b>INSPECCIONES .....</b>	<b>334</b>
<b>2.44.11.2</b>	<b>DEFECTOS DETECTADOS .....</b>	<b>336</b>
<b>2.44.11.3</b>	<b>CERTIFICADOS.....</b>	<b>337</b>
2.44.12	Normativa de obligado cumplimiento .....	338
2.44.13	Medición y abono .....	338
<b>2.45.-</b>	<b>EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA INDUSTRIAL DESALADA .....</b>	<b>338</b>
2.45.1	Bombas .....	338
<b>2.45.1.1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>338</b>
<b>2.45.1.2</b>	<b>BOMBA DE CAPTACIÓN .....</b>	<b>341</b>
<b>2.45.1.3</b>	<b>BOMBA DE ALTA PRESIÓN.....</b>	<b>342</b>
<b>2.45.1.4</b>	<b>BOMBA BOOSTER .....</b>	<b>342</b>
<b>2.45.1.5</b>	<b>ENSAYOS .....</b>	<b>343</b>
<b>2.45.1.6</b>	<b>INSTALACIÓN.....</b>	<b>343</b>
<b>2.45.1.7</b>	<b>CONDUCTO DE IMPULSIÓN .....</b>	<b>343</b>
2.45.2	Recuperador de energía .....	344
2.45.3	Pretratamiento.....	344
2.45.4	Bastidor de ósmosis inversa .....	345
2.45.5	Postratamiento .....	346
2.45.6	Instrumentación .....	346
2.45.7	Sistema de control .....	348
2.45.8	Equipos auxiliares generales .....	348
2.45.9	Pintura.....	349
2.45.10	Normativa de obligado cumplimiento .....	350
2.45.11	Medición y abono .....	350
<b>2.46.-</b>	<b>PLANTA FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>351</b>
2.46.1	Definición .....	351
2.46.2	Condiciones generales de los componentes eléctricos de la instalación	351
<b>2.46.2.1</b>	<b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....</b>	<b>351</b>
<b>2.46.2.2</b>	<b>CÉLULAS FOTOVOLTAICAS .....</b>	<b>353</b>
<b>2.46.2.3</b>	<b>INVERSOR.....</b>	<b>355</b>
<b>2.46.2.4</b>	<b>CONDUCTORES.....</b>	<b>358</b>
2.46.3	Conexión a la red.....	360

2.46.3.1 PUNTO DE CONEXIÓN .....	360
2.46.3.2 INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED .....	361
2.46.3.3 ESTRUCTURA SOPORTE .....	364
2.46.3.4 SISTEMA DE PROTECCIONES.....	365
2.46.3.5 TOMA DE TIERRA .....	365
2.46.3.6 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	366
2.46.3.7 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS .....	367
2.46.3.8 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES.....	368
2.46.3.9 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	369
2.46.3.10 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	369
2.46.3.11 TUBOS PROTECTORES.....	371
2.46.3.12 CANALES PROTECTORES .....	373
2.46.3.13 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP) .....	374
2.46.3.14 CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).....	375
2.46.3.15 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI) .....	375
2.46.3.16 CAJA DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD) .....	376
2.46.3.17 EQUIPO DE MEDIDA .....	376
2.46.3.18 CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	377
2.46.3.19 PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS .....	378
2.46.4 Criterios de control y aceptación de los elementos y equipos.....	378
2.46.5 Control de ejecución .....	381
2.46.5.1 INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	383
2.46.5.2 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	385
2.46.5.3 INSTALACIÓN DE INVERSORES .....	385
2.46.5.4 INSTALACIÓN PARA LOS EQUIPOS DE MEDIDA .....	386
2.46.6 Control de calidad.....	386
2.46.6.1 CONTROLES.....	386
2.46.6.2 PRUEBAS Y ENSAYOS.....	387
2.46.7 Criterios de recepción de las obras .....	389
2.46.8 Mantenimiento.....	390
2.46.8.1 INSPECCIONES PERIÓDICAS .....	394

<b>2.46.8.2 REVISIONES PERIÓDICAS .....</b>	<b>395</b>
2.46.9    Certificados.....	398
2.46.10   Normativa de obligado cumplimiento .....	401
2.46.11   Criterios de medición y abono .....	401
<b>2.47.- UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS EN EL PLIEGO.....</b>	<b>401</b>
2.47.1    Criterio de medición y abono .....	402
<b>3.-    CONDICIÓN DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....</b>	<b>402</b>
<b>3.1.-  REPLANTEO .....</b>	<b>402</b>
<b>3.2.-  DESBROCE, RECOGIDA Y LIMPIEZA DE ESCOMBROS .....</b>	<b>404</b>
3.2.1    Condiciones generales .....	404
3.2.2    Ejecución de las obras .....	404
3.2.3    Transporte y almacenamiento.....	405
3.2.4    Criterios de medición y abono.....	405
<b>3.3.-  DEMOLICIONES .....</b>	<b>405</b>
3.3.1    Definición .....	406
3.3.2    Condiciones generales .....	406
3.3.3    Condiciones de ejecución .....	406
3.3.4    Normativa de obligado cumplimiento .....	408
3.3.5    Unidades y criterios de medición .....	409
<b>3.4.-  EXCAVACIONES MECÁNICA DE TERRENO A CIELO ABIERTO .....</b>	<b>409</b>
3.4.1    Ejecución de las obras .....	409
3.4.2    Normativa de obligado cumplimiento .....	410
3.4.3    Criterio de medición y abono .....	410
<b>3.5.-  TERRAPLENES Y RELLENO DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS.....</b>	<b>411</b>
3.5.1    Condiciones generales .....	411
3.5.2    Materiales .....	411
3.5.3    Ejecución de las obras .....	412
3.5.4    Normativa de obligado cumplimiento .....	413
3.5.5    Criterio de medición y abono .....	413
<b>3.6.-  TERRAPLENES Y RELLENO EN DIQUE.....</b>	<b>413</b>
3.6.1    Definición .....	414
3.6.2    Condiciones generales .....	414
3.6.3    Ejecución de las obras .....	416
3.6.4    Normativa de obligado cumplimiento .....	418
3.6.5    Criterio de medición y abono .....	419
<b>3.7.-  EXCAVACIÓN MECÁNICA EN ZANJAS Y POZOS .....</b>	<b>419</b>
3.7.1    Condiciones generales .....	419

3.7.2	Ejecución de las obras .....	420
3.7.3	Normativa de obligado cumplimiento .....	422
3.7.4	Criterios de medición y abono .....	422
<b>3.8.-</b>	<b>RELLENO DE ZANJAS .....</b>	<b>423</b>
3.8.1	Condiciones generales .....	423
3.8.2	Materiales .....	423
3.8.3	Material granular para asiento de conducciones.....	424
3.8.4	Ejecución de las obras .....	424
3.8.5	Normativa de obligado cumplimiento .....	425
3.8.6	Criterio de medición y abono .....	425
<b>3.9.-</b>	<b>TRANSPORTE.....</b>	<b>426</b>
3.9.1	Definición .....	426
3.9.2	Puesta en obra.....	426
3.9.3	Control y criterios de aceptación y rechazo.....	426
3.9.4	Criterio de medición y abono .....	426
<b>4.-</b>	<b>DISPOSICIONES GENERALES .....</b>	<b>427</b>
<b>4.1.-</b>	<b>RELACIONES ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA .....</b>	<b>427</b>
4.1.1	Dirección de las obras.....	427
4.1.2	Funciones del director .....	427
4.1.3	Facilidades a la dirección .....	428
4.1.4	Contratista y personal de obra .....	429
4.1.5	Subcontratos .....	430
4.1.6	Oficina de obra del contratista.....	431
4.1.7	Órdenes al contratista .....	431
4.1.8	Libro de órdenes .....	432
4.1.9	Medición y abono .....	433
4.1.10	Gastos por cuenta del contratista .....	435
<b>4.2.-</b>	<b>OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>435</b>
4.2.1	Obligaciones sociales y laborales del contratista .....	435
4.2.2	Contratación del personal .....	436
4.2.3	Maquinaria y medios auxiliares.....	437
4.2.4	Mantenimiento del precio contratado .....	438
4.2.5	Seguridad y salud en las obras.....	439
4.2.6	Servicios del contratista en obra.....	442
4.2.7	Conocimiento del emplazamiento de las obras .....	442
4.2.8	Conocimiento del proyecto y de la información suministrada .....	443
4.2.9	Servidumbres y permisos .....	443

4.2.10	Protección del medio ambiente.....	445
4.2.11	Obligaciones generales del contratista .....	447
4.2.12	Pérdidas y averías en obra .....	448
4.2.13	Recepción y periodo de garantía .....	448
4.2.14	Materiales, trabajos y elementos que no sean de recibo.....	451
4.2.15	Control de calidad.....	453
4.2.16	Vertederos.....	454
4.2.17	Acopios.....	455
4.2.18	Trabajos nocturnos .....	456
4.2.19	Objetos hallados en las obras .....	457
4.2.20	Carteles de obra .....	457
<b>4.3.-</b>	<b>PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>457</b>
4.3.1	Acta de comprobación del replanteo .....	457
4.3.2	Replanteos .....	458
4.3.3	Programa de trabajos .....	459
<b>4.4.-</b>	<b>DESARROLLO DE LAS OBRAS.....</b>	<b>461</b>
4.4.1	Trabajos previos .....	461
4.4.2	Accesos a las obras .....	462
4.4.3	Acceso a los tajos .....	462
4.4.4	Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares.....	463
4.4.5	Almacenamiento de los materiales .....	463
4.4.6	Métodos de construcción .....	463
4.4.7	Secuencia y ritmo de los trabajos .....	464
4.4.8	Conservación durante la ejecución de las obras .....	465
4.4.9	Ensayos y reconocimientos .....	465
4.4.10	Puesta en servicio de las instalaciones eléctricas .....	466
<b>4.5.-</b>	<b>ABONO DE LA OBRA EJECUTADA .....</b>	<b>467</b>
4.5.1	Medición de la obra ejecutada .....	467
4.5.2	Precios unitarios .....	468
4.5.3	Partidas alzadas.....	469
4.5.4	Valoración de la obra ejecutada.....	470
4.5.5	Obras ejecutadas en exceso .....	471
4.5.6	Obras ejecutadas en defecto .....	472
4.5.7	Obras incompletas .....	472
4.5.8	Abonos a cuenta por materiales acopiados.....	472
4.5.9	Abonos a cuenta por materiales acopiados.....	473
4.5.10	Cumplimiento de los plazos .....	473

4.5.11	Valoraciones de unidades de obras defectuosas pero admisibles.....	474
4.5.12	Rescisión de las obras.....	474
4.5.13	Precios contradictorios .....	475
4.5.14	Modificaciones no autorizadas .....	476
<b>4.1.-</b>	<b>MEDIDAS AMBIENTALES.....</b>	<b>476</b>
<b>4.2.-</b>	<b>ARQUEOLOGÍA.....</b>	<b>500</b>
<b>4.3.-</b>	<b>INFORMACIÓN Y PUBLICIDAD.....</b>	<b>504</b>

## **1.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **1.1.- OBJETO DEL PLIEGO**

El presente Pliego de Prescripciones Técnica Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, juntamente con las del carácter general que se describen en el artículo 5.1., definen los requisitos técnicos de las obras objeto del presente Proyecto.

Este documento contiene:

- La descripción de las obras y su localización
- Las condiciones que deben cumplir los materiales
- Las instrucciones para la ejecución de las distintas unidades
- Las condiciones para la medición y abono de los mismos
- Las disposiciones generales correspondientes

Las presentes Prescripciones Técnicas Particulares se aplicarán en la construcción, dirección, control e inspección de las obras correspondientes al **"PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DE LA ZONA CENTRO SUR DE FUERTEVENTURA TT.MM DE TUINEJE Y PÁJARA"**.

### **1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras recogidas en el presente proyecto consisten en una serie de actuaciones para la realización de diversas mejoras de la red de riego de los municipios de Tuineje y Pájara. A continuación, se describen de forma general las actuaciones del proyecto.

#### **1.2.1 Balsa Tesejerague**

La balsa se proyecta con 35.320,17 m<sup>3</sup> de capacidad, la cual se llenará mediante una tubería de impulsión de PVC-O de 250 mm de diámetro, procedente de un bombeo que

transporta un caudal de 28 l/s, desde el nuevo módulo de desalación de la Estación Desaladora de Gran Tarajal.

La balsa se proyecta semiexcavada en el terreno, aprovechando los materiales de la excavación para la formación de los taludes del terraplén.

Los terraplenes tendrán forma trapecial con una anchura de coronación de 4,00 metros a la cota, 226,40 m.s.n.m. El talud interior de la balsa se proyecta de 2,50 m en horizontal por 1,00 m en vertical y el talud exterior de 1,50 m en horizontal por 1,00 m en vertical. El nivel máximo normal (N.M.N) se sitúa a la cota 225,65 m.

La balsa estará cubierta por una malla de sombreo, que cubrirá la totalidad de la superficie de la balsa, y que se anclará en todo su perímetro a una estructura de anclaje de hormigón armado HA-30/B/20/XD2.

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad de 2 mm, siendo sus caras lisas y un geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>, cuya función es separar, drenar, filtrar y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

### **1.2.2 Impulsión**

La impulsión se plantea en dos escalones de carga: uno al depósito de Mazacote (+126) y otro a la Balsa de Tesejague (+226,40 m).

El ramal principal consta de 13.142 metros de tubería de 200 mm de diámetro con los siguientes materiales y timbrajes:

- PK 0+000 – PK 6+000: FDC C40
- PK 6+000 – PK 7+500: PVC-O PN 25
- PK 7+500- PK 10+500: PVC-O PN 20
- PK 10+500 – PK 13+142: PVC-O PN16

Del PK 5+560 de la traza principal se deriva un ramal a abastecer el depósito de Mazacote. Dicho ramal se ejecutará en tubería de PVC-O de 200 mm de diámetro y PN 20, con una longitud de 1.720 m.

### **1.2.3 Ampliación EDAM Gran Tarajal**

La descripción pormenorizada de los elementos integrantes del proceso de desalación se realiza en el Anejo nº17 "Diseño del proceso de desalación", donde se incluye la separata que define el proyecto de ejecución de esta actuación.

### **1.2.4 Instalación fotovoltaica**

Se requiere para una potencia pico de 400 Wp una superficie de 1100 módulos que se instalarán sobre marquesina metálica para no excluir la condición de uso dotacional del suelo donde van a ser instaladas. La planta solar evacuará la energía generada al centro de transformación propio para posteriormente salir con una línea de media tensión soterrada bajo las calles de Caboso y Avenida del Aceitún hasta llegar a la EDAM de Gran Tarajal.

En el caso de cruce con Media Tensión cuando se realicen los trabajos deberá haber un representante técnico de la empresa explotadora.

En el Anejo nº33 "Separata eléctrica" se encuentra el proyecto de ejecución de la planta solar fotovoltaica.

### **1.2.5 Depósito de Agua Producto**

Se proyecta un depósito de agua producto de dimensiones interiores 20x10x 3 m (largo x ancho x alto) de 500 m<sup>3</sup> de capacidad, lo que establece una capacidad de regulación de la producción de la desaladora de 5 h.

### **1.2.6 Estación de bombeo**

Se proyecta colindante al Norte con el depósito de agua producto y al Sur con el edificio de remineralización, a la misma cota de solera 16,00 m.

### **1.2.7 Remineralización**

Se proyecta una parte soterrada hasta la cota de forjado del depósito de agua producto y la estación de bombeo (19,60 m) y otra parte hasta llegar a 8 metros de altura libre, necesarios para poder alojar las torres de calcita y un remanente para poder trabajar y hacer el recambio del material. Presenta unas dimensiones interiores de 6,55 x 12,60 (ancho x largo).

### **1.2.8 Valvulería, bombeos y elementos singulares**

La valvulería y los elementos singulares son indispensables para garantizar el buen funcionamiento de la red al eliminar la presencia de aire en las tuberías, que puede generar problemas de cavitación, reducción de caudal, etc...

Los elementos de valvulería a instalar serán válvulas de compuerta, de mariposa, de retención, anticipadoras de presión, ventosas trifuncionales y equipos de bombeo.

Los puntos en los que se van a colocar las ventosas son:

- Puntos altos.
- Cambios bruscos de pendiente.

Las bombas de la impulsión deberán poder cubrir el desnivel existente entre la EDAM y la balsa de Tesejerague.

### **1.3.- Emplazamiento de las obras**

Las obras comprendidas en este Proyecto se ubican en los términos municipales de Tuineje y Pájara, en la isla de Fuerteventura, viniendo justificadas, detalladas, reflejadas y valoradas en los restantes Documentos de este Proyecto.

### **1.4.- Alcance e interpretación del pliego**

### **1.4.1 Alcance del pliego**

En todos los artículos del presente Pliego se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos, en cuanto no se opongan a lo establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables en dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y con las indicaciones que sobre el particular señale la Dirección Facultativa de la obra.

### **1.4.2 Interpretación del pliego**

En una primera instancia y sin otro carácter limitativo, la interpretación del pliego corresponde a la Dirección Facultativa de las obras.

### **1.5.- Disposiciones aplicables**

Además de las Normas Técnicas Españolas y extranjeras a las que, explícitamente se haga referencia en el articulado en este Pliego y en el contrato de adjudicación de las obras correspondientes, serán de aplicación las disposiciones que, sin carácter limitativo, se señalan a continuación; en cuanto no modifiquen ni se oponga a lo que en este pliego se especifica.

Disposiciones generales relativas a contratación de obras:

1. Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
2. Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

3. Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado, aprobado por el Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre.
4. Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la contratación de las obras desarrolladas en este Proyecto.

Disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud en el trabajo:

1. Orden de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
2. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
3. Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales Administrativas y del Orden Social, que modifica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en los artículos 45, 47, 48 y 49.
4. Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas
5. Orden de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952.
6. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
7. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
8. Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
9. Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
10. Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

11. 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.
12. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
13. Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
14. Real Decreto 780/1998 de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
15. Orden de 20 de septiembre de 1986, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.
16. Orden de 23 de septiembre de 1966 por la que se modifica el artículo 16 del Reglamento de Seguridad del Trabajo para la Industria de la Construcción de 20 de mayo de 1952.
17. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
18. 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.
19. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

20. Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.
21. Normas de las Compañías Suministradoras.
22. Reglamentos vigentes para la Seguridad del Tráfico y cuantas disposiciones existan o impongan para esta obra los Servicios de Tráfico.
23. Orden Ministerial de 31 de Agosto de 1987 por la que se aprueba la Instrucción 8.3IC y sus modificaciones incluidas en el R.D. 208/1989 de 3 de Febrero.
24. Orden Circular 16/03 sobre intensificación y ubicación de carteles de obras
25. Orden Circular 15/03 sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.
26. Recomendaciones para la señalización informativa urbana del A.I.M.P.E.

#### Disposiciones vigentes sobre patrimonio cultural y arqueológico

1. Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
2. Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
3. Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
4. Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
5. Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.
6. Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
7. Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).

8. Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
9. Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
10. Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
11. Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias.
12. Ley 8/2015, de 1 de abril, de Cabildos Insulares.
13. Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias.
14. Decreto 118/2001, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo del Patrimonio Histórico de Canarias.
15. Decreto 262/2003, de 23 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre intervenciones arqueológicas en la Comunidad Autónoma de Canarias.
16. Decreto 203/2019, de 1 de agosto por el que se determina la estructura central y periférica, así como las sedes de las Consejerías del Gobierno de Canarias.
17. Decreto 7/2021, de 18 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes.

#### Disposiciones vigentes sobre instalaciones eléctricas

1. Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
2. Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

3. Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
4. Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
5. RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.
6. Real Decreto 2366/1994 de 9 de Diciembre sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables.
7. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
8. Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
9. Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
10. Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
11. 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. (BOE 27-12-2000).
12. Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

13. Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
14. Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
15. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
16. Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
17. Orden de 5 de febrero de 2014, por la que se regula la tramitación electrónica de los procedimientos administrativos de inicio y puesta en servicio de actividades e instalaciones industriales.
18. Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.
19. Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red Documento del IDAE. Año 2011.

Disposiciones vigentes sobre el patrimonio cultural y arqueológico:

1. Ley 16/1985 de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español.
2. Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
3. Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
4. Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.

5. Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
6. Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
7. Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
8. Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
9. Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
10. Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias
11. Ley 8/2015, de 1 de abril, de Cabildos Insulares.
12. Ley 11/2019, de 25 abril, de Patrimonio Cultural de Canarias.
13. Decreto 118/2001, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo del Patrimonio Histórico de Canarias
14. Decreto 262/2003, de 23 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre intervenciones arqueológicas en la Comunidad Autónoma de Canarias.
15. Decreto 203/2019, de 1 de agosto por el que se determina la estructura central y periférica, así como las sedes de las Consejerías del Gobierno de Canarias.

Además de lo especificado en este Pliego serán de aplicación las siguientes disposiciones:

1. PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Con las modificaciones aprobadas por las Órdenes del MOPTMA: O.M. del 31.7.86 (BOE nº 213 del 5.9), O.M. del 21.1.88 (BOE nº 29 del 3.2), O.M. del 8.5.89 (BOE nº 118 del 18.5) y O.M. del 28.9.89 (BOE nº 242 del 9.10).
2. Real Decreto 130/2017, de 24 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
3. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
4. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Sección HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica)
5. Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del suelo del Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas. N.L.T.
6. Métodos de ensayo del Laboratorio Central de ensayo de materiales M.E.L.C.
7. Pliego de Condiciones Técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua de 1974 del M.O.P.U.
8. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
9. Real Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
10. Reglamento de Verificaciones Eléctricas y regularidad en el suministro de energía aprobado por el Decreto de 12 de Marzo de 1954.
11. Normativa de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
12. Instrucción para el control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas, I.C.F. 1971. (PCAG).
13. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones. O.M. de 15 de Septiembre de 1986.

14. Instrucción de Carreteras de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T.
15. Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
16. Normas UNE aprobadas por el IRANOR.
17. UNE 10675:2022. Clasificación de las soldaduras por rayos X. Defectos de las uniones soldadas.
18. API 600 y 602. Válvulas.
19. ASA B-16.5, B-16.10, B-16.11, B-31, correspondientes a bridas y accesorios para tuberías.
20. API-RP-1102. Cálculo de Casings para tuberías.
21. Normativa y recomendaciones municipales relativas a redes de saneamiento y abastecimiento.

El contratista está obligado al cumplimiento de todas las disposiciones vigentes de carácter social, tales como accidentes de trabajo, seguros sociales y enfermedad, subsidios familiares y de vejez, etc.

#### **1.6.- Documentos que definen las obras y la prelación entre ellos**

El proyecto se compone de los siguientes documentos:

1. Documento nº 1. Memoria y anejos.
2. Documento nº 2. Planos.
3. Documento nº 3. Pliego de prescripciones técnicas particulares.
4. Documento nº 4. Presupuesto.
5. Documento nº 5. Seguridad y salud.

Los Planos incluidos en el Proyecto y en los Pliegos se definen las obras y sus estructuras anejas. Lo mencionado en los Pliegos y omitido en los Planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

Las obras se construirán con estricta sujeción a los planos sin que el Contratista pueda introducir ninguna modificación que no haya sido previamente aprobada por el Director. Todos los planos complementarios elaborados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Director. Sin este requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

El Contratista está obligado a entregar al Director los planos de detalle que, siendo necesarios para la ejecución de las obras, no hayan sido desarrollados en el Proyecto ni entregados posteriormente por la Propiedad.

La entrega de estos planos de detalle se efectuará con la suficiente antelación para que la información recibida pueda ser revisada, autorizada y aprobada por el Director y esté disponible antes de iniciarse la ejecución de los trabajos a que dichos planos afecten.

El Director, deberá especificar las instalaciones y obras auxiliares de las que el Contratista deberá entregar planos detallados estudios y los datos de producción correspondientes.

En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para respetar el espíritu o intención expuestos en los documentos del presente Proyecto, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, sino que, por el contrario, deben ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos.

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por el Contratista al Director, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén suficientemente definidos en los planos.

En lo referente a los precios, el Cuadro de Precios nº1, tiene prelación sobre cualquier otro documento en cuanto al precio de cada unidad de obra.

En cualquier caso, los documentos del Proyecto tienen preferencia respecto a las disposiciones de carácter general.

## **2.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LOS MATERIALES**

### **2.1.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

#### **2.1.1 Definición**

Se define como encofrado el elemento destinado al modelado "in situ" de hormigones, morteros o similares.

Los materiales a emplear serán metálicos o de madera. Los encofrados se ajustarán a lo dispuesto en la Orden FOM/3818/2007, de 10 de diciembre excepto en aquellos aspectos modificados por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, así como lo que, al respecto, se preceptúa el Código Estructural. Tanto las uniones como las piezas que lo constituye serán lo suficientemente resistentes, rígidas y estancas para soportar las cargas y empujes del hormigón fresco y dar a la obra la forma prevista en los planos.

En ningún caso se tolerarán resaltes etc., mayores de dos (2) milímetros.

Las juntas no superarán los dos (2) milímetros, pero deberán dejar el hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad se compriman los elementos de los tableros al verter el hormigón.

El Contratista presentará antes del comienzo de su labor el proyecto y cálculo del encofrado que deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las Obras.

En esta unidad de obra quedan incluidos:

- Los cálculos de proyecto de los encofrados.
- Los materiales que constituyen los encofrados, incluso berenjenas.
- El montaje de los encofrados, incluso soleras.
- Los productos de desencofrado.
- El desencofrado.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

### **2.1.2 Clasificación de los encofrados**

Los encofrados se dividen en los tipos siguientes:

E1.	Encofrado no visto: Es el que se emplea en cimientos y paramentos no vistos de alzados de muros y estribos, etc.
E2.	Encofrado visto en paramentos planos: Es el que se emplea en paramentos planos, como alzados, losas, dinteles, voladizos e impostas, aceras, etc.
E3.	Encofrado visto en paramentos curvos: Es el que se utiliza en paramentos de pilas y alzados curvos, que han de quedar vistos.

### **2.1.3 Condiciones generales**

Se ajustará a lo especificado en el Código Estructural y a los planos y demás documentos del Proyecto.

Las cimbras, encofrados y moldes serán lo suficientemente resistentes para garantizar el cumplimiento de las condiciones para las que han sido diseñados. La Dirección Facultativa dará instrucciones sobre el sentido y dimensiones de las tablas, juntas, clavado, etc.

La superficie interior del encofrado estará limpia y será lisa, uniforme y sin rebabas. Los encofrados de madera se humedecerán antes de la colocación del hormigón, para evitar que absorban el agua contenida en éste.

Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero.

La Dirección Facultativa podrá rechazar aquél que no cumpla las condiciones requeridas.

El encofrado de madera no podrá emplearse más de ocho veces, ni más de dos si no se cepilla tras su utilización. Se limpiará concienzudamente entre uso y uso.

La forma de sujeción de las paredes será decidida por la Dirección Facultativa. No se tolerarán alambres que tengan que cortarse en la superficie del hormigón. En vigas horizontales llevará contraflecha. Se prohíbe expresamente el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.

El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos, precisando las condiciones de uso.

La utilización de desencofrantes habrá de contar con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa. Dichos productos no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizarse por las superficies del hormigón ni impedir la posterior aplicación de revestimientos o la posible construcción de juntas de hormigonado.

Los desencofrados aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde.

#### **2.1.4 Materiales**

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, productos de aglomerados, etc., que, en todo caso, deberán cumplir lo prescrito en el presente Pliego sobre Materiales Básicos y ser aprobados por el Ingeniero Director.

Los materiales según el tipo de encofrado, serán:

---

Tipo E1. Podrán utilizarse tablas o tablones sin cepillar y de largos y anchos no necesariamente uniformes.

---

Tipos E2 y E-3. Podrán utilizarse tablas, placas de madera o acero y chapas, siguiendo las indicaciones del Ingeniero Director. Las tablas deberán estar cepilladas y machiembradas con un espesor de veinticuatro milímetros (24 mm) y con un ancho que oscilará entre diez y catorce centímetros (10-14 cm). Las placas deberán ser de viruta de madera prensada, plástico o madera contrachapada o similar.

---

Los encofrados trepantes, en cada cara, estarán constituidos por unas tablas o placas metálicas sujetas con las correspondientes riostras. El correspondiente panel de encofrado se apoyará en una o varias consolas metálicas de las que saldrá el correspondiente tirante con un sistema de alargamiento y acortamiento que permite inclinar el panel de encofrado. Las consolas de soporte irán sujetas al correspondiente anclaje dejado con el hormigón, del cual se recuperará la barra roscada y el anclaje de sujeción.

### **2.1.5 Ejecución de las obras**

Para facilitar el desencofrado, la Dirección de Obra podrá autorizar u ordenar el empleo de un producto desencofrante, que no deje mancha en la superficie del hormigón visto.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que se les pueda aplicar para facilitar el encofrado, no contendrán sustancias agresivas para el hormigón.

El desencofrado no se realizará hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente margen de seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido como consecuencia del desencofrado o descimbramiento. Como norma general, esta operación no deberá hacerse

hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficientemente como para soportar el triple de la carga a que quede sometido al desencofrarlo.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Para encofrados de vigas, la separación de puntales será  $\leq 1$  metro. En elementos de gran luz se dispondrá la oportuna contraflecha.

Para vigas de anchura  $> 0,50$  m. o canto  $> 1,20$  m., cada sopanda del fondo del encofrado se sustentará sobre dos puntales unidos por riostras.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego o del agua del hormigón.

Se pondrá especial atención en retirar, oportunamente, todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones si las hay.

No se permitirá el empleo de cabillas o alambre para la sujeción de los encofrados. Si excepcionalmente se emplean, las puntas de alambre se dejarán cortadas a ras de paramento.

En los encofrados trepantes serán de aplicación las prescripciones indicadas. En las distintas fases de ejecución se cuidará que los encofrados de las caras principales presionen sobre los laterales para impedir las fugas de lechada. En los cambios de sección se adoptará en el panel de encofrado el correspondiente elemento para dar la forma requerida. El montaje y desmontaje de cada panel de encofrado trepante se realizará con una grúa.

Los distintos elementos que constituyen los moldes, encofrados, apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Antes de retirar un puntal en zona no endurecida, se colocarán varios en su proximidad.

No se llevará a cabo el desencofrado hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del mismo.

El plazo mínimo de descimbrado dependerá, entre otros, de la evolución de la resistencia y módulo de deformación del hormigón, de las condiciones de curado, de las características de la estructura, etc. En caso de hormigón armado fabricado con cemento Portland y condiciones de curado normales, para el cálculo de este plazo se puede emplear la fórmula especificada en el Código Estructural. Si no se dispone de datos suficientes y, en caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, se pueden tomar como referencia los periodos mínimos de desencofrado de elementos de hormigón armado recogidos en el Código Estructural.

Las tablas empleadas estarán unidas de forma que no pueda lavarse el hormigón por las juntas; tendrán un espesor  $\geq 3$  cm. No se admitirán deformaciones de las piezas por falta de robustez del encofrado y su sujeción. El Constructor realizará una cuidadosa ejecución del encofrado y su colocación y una adecuada supervisión técnica de todo el proceso

#### **2.1.6 Criterio de medición y abono**

Se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) de superficie en contacto con el correspondiente elemento estructural. Se considerará incluido en el abono la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos empleados.

No se abonarán los excesos de encofrado, apeos, apuntalamientos, operaciones y elementos auxiliares.

Para hormigón visto se consideran incluidos, en la partida, los verdugillos para achaflanar o redondear las esquinas.

Conforme al Cuadro de Precios esta unidad podrá estar incluido en el precio correspondiente al m<sup>3</sup> de hormigón.

### **2.1.7 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural.
- NTE EME/1975 "Estructuras de Madera: Encofrados".

## **2.2.- AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES**

### **2.2.1 Definición**

Cumplirá lo prescrito por el Código Estructural, siendo, asimismo, obligatorio el cumplimiento del contenido de sus comentarios en la medida en que sean aplicables.

Como norma general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

### **2.2.2 Características**

Salvo justificación especial demostrativa de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigidas a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Acidez medida por el pH, igual o superior a cinco (5).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a quince gramos por litro (15 gr/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).
- Contenido en sulfatos, expresados en SO<sub>4</sub>, igual o inferior a un gramo por litro (1 gr/l) equivalente a mil partes por millón (1.000 p.p.m.).

- Ion cloro en proporción igual o inferior a tres gramos por litro (3 gr/l) equivalente a tres mil partes por millón (3.000 p.p.m.).
- Estar exentas de hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a quince gramos por litro (15 gr/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio del Director de Obra, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

## **2.3.- CEMENTOS**

### **2.3.1 Definición**

Se denominan cementos o conglomerantes hidráulicos a aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido, y son prácticamente estables en contacto con él.

### **2.3.2 Condiciones generales**

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por las Normas UNE-EN 197, UNE 80 de la serie 300 a partir de la 303, la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 concordante con la Norma europea EN 197, y el Código Estructural.

### **2.3.3 Transporte y almacenamiento**

El cemento se transportará y almacenará en sacos o a granel. A la entrega del cemento el suministrador acompañará un albarán con los datos exigidos por la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos.

Si el suministro se realiza en sacos, se recibirá el cemento en los mismos envases cerrados en que fue expedido, debiendo ser preservado también tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes del recinto donde sean acopiados.

El cemento transportado en cisternas se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad, en los que se deberá disponer de un sistema de aforo con una aproximación mínima de diez por ciento (10%).

Los almacenes de cemento serán completamente cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papel serán cuidadosamente apilados sobre planchas de tableros de madera separados del suelo mediante rastreles de tablón o perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas. El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que las partidas de cemento sean empleadas en el orden de su llegada. Asimismo, el Contratista está obligado a separar y mantener separadas las partidas de cemento que sean de calidad anormal según el resultado de los ensayos del Laboratorio.

El Director de Obra podrá imponer el vaciado total periódico de los silos y almacenes de cemento con el fin de evitar la permanencia excesiva de cemento en los mismos.

En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el Código Estructural y, en su defecto, los apartados 202.7 y 202.8 del PG-3.

#### **2.3.4 Características químicas**

El cemento utilizado cumplirá lo señalado en la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16. Se rechazará el cemento que presente, comprobado mediante el ensayo correspondiente, el fenómeno del falso fraguado.

En este apartado se trata de establecer las condiciones mínimas deseables en los cementos a emplear en aguas, superestructuras y espaldones de hormigón armado para obras marítimas.

Las características en el cemento a utilizar son:

- Contenido discreto de aluminato tricálcico (C3A) en el clinker. Se fija un máximo del 1%, medida sobre la muestra correspondiente al clinker utilizado en la fabricación del cemento.
- Finura del molido moderada. Se establecen como límites inferior y superior de finura BLAINE 3000 y 3400 g/cm<sup>2</sup>, respectivamente.
- Tiempo de iniciación del fraguado dilatado. El tiempo mínimo para la iniciación del fraguado puede prescribirse en tres horas.
- Con el fin de asegurar la durabilidad del hormigón en ambiente marino se limitará el contenido conjunto de aluminato tricálcico (C3A) y ferrito aluminato tetracálcico (C4AF) a un 25%.

### **2.3.5 Control de recepción**

Las partidas de cemento deberán llevar el Certificado del Fabricante que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo especificado en los puntos "Transporte y Almacenamiento" y "Control de Calidad".

A la recepción de obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director de Obra, se llevará a cabo una toma de muestras, sobre las que se procederá a efectuar ensayos de recepción que indique el Programa de Control de Calidad, siguiendo los métodos especificados en el Pliego General de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos y los señalados en el presente Pliego. Las partidas que no cumplan alguna de las condiciones exigidas en dichos Documentos, serán rechazadas.

Cuando el cemento haya estado almacenado en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo igual o superior a tres (3) semanas, se procederá a comprobar que las condiciones de almacenamiento han sido adecuadas. Para ello se repetirán los ensayos de recepción. En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, el Director de Obra podrá variar, a su criterio, el indicado plazo de tres (3) semanas.

En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el apartado 202.9 del PG-3.

### **2.3.6 Control de calidad**

El Contratista controlará la calidad de los cementos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-16).

Los ensayos se realizarán con la periodicidad mínima siguiente:

A la recepción de cada partida en obra se efectuarán los siguientes ensayos e inspecciones:

- Un ensayo de principio y fin de fraguado
- Una inspección ocular de acuerdo con lo establecido en el apartado de transporte y almacenamiento.
- Una inspección del Certificado del Fabricante, que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo especificado en el apartado de recepción.

Cada quinientos (500) kilos o cantidad mayor si la Dirección de Obra lo estima oportuno, los siguientes ensayos:

- Un ensayo de finura de molido
- Un ensayo de peso específico real
- Una determinación de principio y fin de fraguado
- Un ensayo de expansión en autoclave
- Un ensayo de resistencia mecánica de los cementos

- Un ensayo del índice de puzolanicidad en caso de utilizar cementos puzolánicos.

En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el Código Estructural.

Se utilizarán siempre cementos definidos en el RC 16 o en la UNE-EN 197. En ningún caso podrá ser variado el tipo, clase o categoría del cemento asignado a cada unidad de obra sin la autorización expresa de la Dirección de Obra. Antes de su empleo se comprobará lo que indica el Código Estructural.

Asimismo, cumplirán los requisitos fijados en el "Código de la buena práctica para hormigón resistente a sulfatos" del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

En principio se prohíbe el empleo de mezclas de cementos, debiendo adoptarse precauciones especiales que impidan la utilización por error en una unidad de obra de un conglomerante hidráulico diferente del especificado, debido a un almacenamiento simultáneo en obra de cementos de tipo diferentes.

### **2.3.7 Medición y abono**

Los cementos no están pensados como partidas individuales sino como parte de los hormigones, morteros, bloques de hormigón y mampostería, por lo que se abonarán incluidas en esas unidades de obra. Si hubiera que abonar el cemento por separado este se abonaría en Kilos (Kg).

### **2.3.8 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas.

## **2.4.- ÁRIDOS**

### **2.4.1 Definición**

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido o fracción del mismo que pasa un tamiz de 5 mm de luz malla (tamiz 5 UNE-EN 933-2:2022); se entiende por “grava” o “árido grueso” el que resulta retenido por dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido” cuando no haya lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

### **2.4.2 Características generales**

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas procedentes de yacimientos naturales o del machaqueo y trituración de piedra de cantera, así como escorias siderúrgicas apropiadas. En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como áridos, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE-EN 933-11:2009.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Los sulfuros oxidables (por ejemplo, pirrotina, marcasita y algunas formas de piritita), aun en pequeña cantidad, resultan muy peligrosos para el hormigón, pues por oxidación y posterior hidratación, se transforman en ácido sulfúrico y óxido de hierro hidratado, con gran aumento de volumen.

Los áridos no deben ser activos frente al cemento, ni deben descomponerse por los agentes exteriores a que estarán sometidos en obra. Por tanto, no deben emplearse áridos tales como los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc.

Tampoco se usarán áridos procedentes de ciertos tipos de rocas de naturaleza silíceas (por ejemplo, ópalos, dacitas, etc.), así como otras que contienen sustancias carbonatadas magnésicas (por ejemplo, dolomitas), que pueden provocar fenómenos fuertemente expansivos en el hormigón en ciertas condiciones hidrotérmicas y en presencia de los álcalis provenientes de los componentes del hormigón (reacción árido-álcali).

### 2.4.3 Control de Calidad

Será exigible el marcado CE de áridos para la construcción. El árido deberá cumplir las siguientes características:

- Granulometría (UNE-933-1:2012 y UNE 933-2:2022): La granulometría deberá estar comprendida dentro del huso fijado en la tabla 510.4 del PG-3 para las zahorras artificiales.
- Índice de lajas (UNE-EN 933-3:2012): Debe ser inferior a 35.
- Resistencia a la fragmentación (Desgaste de los Ángeles) (UNE EN 1097-2:2021): No deberá ser superior a 35.
- Plasticidad (UNE-EN ISO 17892-12:2019): El límite líquido debe ser inferior a 35. El índice de plasticidad será inferior a 6. Material no plástico.
- El equivalente de arena será superior a 30.
- Densidad: la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación modificado será mayor a 2,1 g/cm<sup>3</sup>.
- Materia orgánica igual a 0.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Todo el material que se detecte en obra que presente productos distintos al propio árido (restos de asfaltos, cerámicos, gomas, maderas, hierros, plásticos, etc.) serán inmediatamente rechazados y devueltos al proveedor, corriendo éste último con todos los gastos que ello conlleve (carga, transporte, etc.).

El tamaño máximo del árido utilizado no excederá del menor de los límites siguientes:

- Un cuarto (1/4) del espesor mínimo de la pieza que se hormigona.

- Los cinco sextos (5/6) de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes o entre éstas y los costeros del molde, si es que dichas aberturas tamizan el vertido de hormigón.

Se admite que el 10% en peso del árido utilizado sea de tamaño superior al anteriormente indicado.

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos, no excederá de los límites que se indican en el Código Estructural.

#### **2.4.4 Transporte y almacenamiento**

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

Con el fin de evitar el empleo de áridos excesivamente calientes durante el verano o saturados de humedad en invierno o en época de lluvia, se recomienda almacenarlos bajo techo, en recintos convenientemente protegidos y aislados. En caso contrario, deberán adoptarse las precauciones oportunas para evitar los perjuicios que la elevada temperatura o excesiva humedad, pudieran ocasionar.

#### **2.4.5 Medición y abono**

Los áridos no están pensados como partidas individuales sino como parte de los hormigones, zahorras y mezclas bituminosas, por lo que se abonarán incluidas en esas unidades de obra.

#### **2.4.6 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas.

### **2.5.- HORMIGONES**

#### **2.5.1 Definición**

Hormigón con o sin adiciones (cenizas volantes o humo de sílice), elaborado en una central hormigonera legalmente autorizada de acuerdo con el título 4º de la Ley 21/1992 de Industria y el Real Decreto 559/2010 de 7 de mayo.

Se han considerado los tipos de hormigones siguientes:

- Hormigones designados por la resistencia característica estimada a compresión a los 28 días o por la dosificación de cemento, de uso estructural o no.
- Hormigones designados por la resistencia a flexotracción al cabo de 28 días, de uso para pavimentos de carreteras.

A efectos de aplicación de esta unidad, se contemplan todo tipo de hormigones, incluidos, aquellos que formen parte de otras unidades de obra.

#### **2.5.2 Características generales**

Los componentes del hormigón, su dosificación, el proceso de fabricación y el transporte deben cumplir las prescripciones del Código Estructural aprobado por Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, y el PG 3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas.

La designación del hormigón fabricado en central se puede hacer por propiedades o por dosificación y se expresará, como mínimo, la siguiente información:

- Tipificación del hormigón.
- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla.
- Tamaño máximo del árido.
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua.
- Dosificación de adiciones.
- Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado
- Consistencia.
- Tipo de ambiente al que se expondrá el hormigón.
- Resistencia característica a compresión para los hormigones designados por propiedades.
- Contenido de cemento expresado en  $\text{kg}/\text{m}^3$ , para los hormigones designados por dosificación.
- La indicación del uso estructural que tendrá el hormigón: en masa o armado.

La designación por propiedades se realizará de acuerdo con el formato: T-R/C/TM/A:

- T: Indicativo que será HM para el hormigón en masa, HA para el hormigón armado, y HP para el hormigón pretensado
- R: Resistencia característica especificada, en  $\text{N}/\text{mm}^2$
- C: Letra indicativa del tipo de consistencia: F fluida, B blanda, P plástica y S seca.
- TM: Tamaño máximo del árido en mm.
- A: Designación del ambiente al que se expondrá el hormigón

En los hormigones designados por propiedades, el suministrador debe establecer la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así

como las limitaciones derivadas del tipo de ambiente especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento).

En los hormigones designados por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, y el suministrador las deberá garantizar, indicando también, la relación agua/cemento que ha utilizado.

En los hormigones con características especiales u otras de las especificadas en la designación, las garantías y los datos que el suministrador deba aportar serán especificados antes del inicio del suministro.

El hormigón debe cumplir con las exigencias de calidad que establece el Código Estructural.

Si el hormigón está destinado a obras de hormigón en masa o armado, la D.F. puede autorizar el uso de cenizas volantes o humo de sílice para su confección. En estructuras de edificación, si se utilizan cenizas volantes no deben superar el 35% del peso del cemento. Si se utiliza humo de sílice no debe superar el 10% del peso del cemento.

La central que suministre hormigón con cenizas volantes realizará un control sobre la producción según Código Estructural y debe poner los resultados del análisis al alcance de la D.F., o dispondrá de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado a nivel nacional o de un país miembro de la CEE.

Las cenizas deben cumplir en cualquier caso las especificaciones de la norma UNE-EN 450-1:2013.

Tipo de cemento:

- Hormigón en masa: Cementos comunes (UNE 197-1:2000), RC-16.

- Cementos para usos especiales (UNE 80307:2001), RC-16.
- Hormigón armado: Cementos comunes (UNE EN 197-1:2011), RC-16.
- Se considera incluido en los cementos comunes los cementos blancos (UNE 80305:2012).
- Se consideran incluidos los cementos de características adicionales como los resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar (UNE 80303-1:2017), y los de bajo calor de hidratación (UNE-EN 197-1:2011).
- Clase de cemento:  $\geq 32,5$ .

El contenido mínimo de cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del Código Estructural, en función de la clase de exposición. La cantidad mínima de cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Obras de hormigón en masa:  $\geq 200 \text{ kg/m}^3$ .
- Obras de hormigón armado:  $\geq 250 \text{ kg/m}^3$ .
- En todas las obras:  $\leq 350 \text{ kg/m}^3$ .

La relación agua/cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del Código Estructural, en función de la clase de exposición. La relación agua/cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Hormigón en masa:  $\leq 0,65$
- Hormigón armado:  $\leq 0,65$

Asiento en el cono de Abrams (UNE EN-12350-2:2020):

- Consistencia seca: 0 - 2 cm.
- Consistencia plástica: 3 - 5 cm.
- Consistencia blanda: 6 - 9 cm.
- Consistencia fluida: 10-15 cm.
- Consistencia líquida: 16-20 cm.

El ion cloro total aportado por los componentes de un hormigón no puede exceder:

- Armado:  $\leq 0,05\%$  masa de árido, aunque es recomendable limitarlo a  $\leq 0,05\%$  masa de árido para evitar eflorescencias.
- En masa con armadura de fisuración:  $\leq 0,05\%$  peso del cemento.

Tolerancias en asiento en el cono de Abrams:

- Consistencia seca: Nulo.
- Consistencia plástica o blanda:  $\pm 1$  cm.
- Consistencia fluida:  $\pm 2$  cm.

Siempre que se interrumpa el trabajo, cualquiera que sea el plazo de interrupción, se cubrirá la junta con sacos de jerga húmedos para protegerla de los agentes atmosféricos.

Antes de reanudar el trabajo se tomarán las disposiciones necesarias para conseguir la buena unión del hormigón fresco con el ya endurecido.

### **2.5.3 Pruebas**

Tienen por objeto comprobar que, antes del comienzo del hormigonado, la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en obra no es inferior a la del Proyecto.

El Contratista estará obligado a poner a disposición de Ingeniero-Director probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de generatriz, de cada partida de hormigón.

Los ensayos se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes de hormigón, para cada tipo que haya que emplearse, enmoldando dos probetas por amasada, las cuales se ejecutarán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE 12350-1:2020, 12390-1:2022, 12390-2:2020 y 12390-3:2020 a los 28 días de edad. El número de probetas y conservación de las mismas se atenderá a lo dispuesto en las normas urgentes al respecto, recomendaciones del Comité Europeo de Hormigón, etc.

Así mismo corresponderá a Ingeniero-Director la decisión de adopción o no de los lotes hormigonados, atendiendo para ello a la reglamentación vigente. Además, puede ordenar cuantas pruebas estime oportunas: ensayo de consistencia, peso del hormigón por metro cúbico, contenido de aire, etc.

El Contratista está obligado a poner a disposición del Ingeniero-Director cuantos medios estime necesarios para tales fines, corriendo los gastos a cuenta del Contratista.

Todos los datos obtenidos en los controles a los que se ha hecho referencia serán debidamente registrados por el Ingeniero-Director en el libro que a tal efecto se disponga.

#### **2.5.4 Fabricación y Transporte del Hormigón**

La fabricación y transporte del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del Código Estructural.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el Fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Se amasará el hormigón de manera que se consiga la mezcla íntima y homogénea de los distintos materiales que lo componen, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. En general, esta operación se realizará en hormigonera y con un período de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a un minuto (1'). En ningún caso se admitirá el amasado en mano.

No se mezclarán masas frescas en las que se utilicen tipos diferentes de conglomerantes. Antes de comenzar la fabricación de una mezcla con un nuevo tipo de cemento deberán limpiarse perfectamente las hormigoneras.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se pondrá especial cuidado en que no se produzca desecación de las amasadas durante el transporte. A tal efecto, si éste dura más de treinta minutos (30 min) se adoptarán las medidas oportunas, tales como reducir el soleamiento de los elementos de transporte (pintándolos de blanco, etc.) o amasar con agua fría, para conseguir una consistencia adecuada en obra.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón e impedir que se cumpla lo estipulado en el Código Estructural.

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá, toldos u otros medios que protejan al hormigón fresco. Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las Obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Asimismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

### **2.5.5 Condiciones generales de suministro**

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar, en ningún caso, los treinta minutos (30 min), cuando el hormigón pertenezca a un mismo elemento estructural o fase de un elemento estructural.

Se cumplirán las prescripciones indicadas en el Código Estructural. Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se indica en el Código Estructural.

El suministro se realizará en camiones hormigonera. El hormigón llegará a la obra sin alteraciones en sus características, formando una mezcla homogénea y sin haber iniciado el fraguado.

Queda expresamente prohibido la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias de que puedan alterar la composición original.

El suministrador debe entregar con cada carga una hoja donde figuren, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central que ha elaborado el hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
- Especificaciones del hormigón:

- Resistencia característica.
- Hormigones designados por propiedades:
  - Designación de acuerdo con el Código Estructural.
  - Contenido de cemento en kg/m<sup>3</sup> (con 15 kg de tolerancia).
- Hormigones designados por dosificación:
  - Contenido de cemento por m<sup>3</sup>.
  - Tipo de ambiente según Código Estructural.
- Relación agua/cemento (con 0,02 de tolerancia).
- Tipo, clase y marca del cemento.
- Tamaño máximo del árido.
- Consistencia.
- Tipo de aditivos según UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, si los hay.
- Procedencia y cantidad de las adiciones o indicación de que no hay.
- Designación específica del lugar de suministro:
  - Cantidad de hormigón que compone la carga, en m<sup>3</sup> de hormigón fresco.
  - Identificación del camión y de la persona que realiza la descarga.
- Hora límite de uso del hormigón.

### **2.5.6 Condiciones generales de almacenaje**

No se puede almacenar.

### **2.5.7 Vertido del hormigón**

Se cumplirán las prescripciones del Código Estructural.

El Director de las Obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por el Código Estructural, si se emplean productos retardadores de fraguado; pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

El Director de las Obras dará la autorización para comenzar el hormigonado, una vez verificado que las armaduras están correctamente colocadas en su posición definitiva. No podrá hormigonarse sin la presencia del Ingeniero Director o vigilante en quien aquel delegue.

Asimismo, los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por el Director de las Obras antes de su utilización.

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a metro y medio (1,5 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

No se podrá hormigonar cuando el agua pueda perjudicar la resistencia y demás características del hormigón. Nunca se colocará hormigón sobre un terreno que se encuentre helado.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificados en los planos.

Cuando se coloque en obra hormigón proyectado mediante métodos neumáticos, se tendrá la precaución de que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres metros (3 m) del punto de aplicación, que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior a un quinto de metro cúbico ( $0,2 \text{ m}^3$ ), que se elimine todo rebote excesivo del material y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

Cuando esté previsto ejecutar de un modo continuo las pilas y los elementos horizontales apoyados en ellas, se dejarán transcurrir por lo menos dos horas (2 h) antes de proceder a

construir dichos elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los elementos verticales haya asentado definitivamente.

### **2.5.8 Compactación del hormigón**

La compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del Código Estructural. No se permitirá el empleo de masas cuya consistencia medida en el cono de Abrams, tenga asentamientos superiores a diez centímetros o inferiores a cinco (5-10 cm).

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire. La compactación se realizará siempre mediante vibrado.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. Se introducirá verticalmente en la masa del hormigón fresco y se retirará también verticalmente, sin que se mueva horizontalmente mientras está sumergido en el hormigón. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente. Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

### **2.5.9 Juntas**

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos del Proyecto. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

El Director de las Obras aprobará, previamente a su ejecución, la localización de las juntas que no aparezcan en los Planos. Se cumplirán las prescripciones del Código Estructural.

Las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado deberán ser perpendiculares a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y deberán estar situadas donde sus efectos sean menos perjudiciales. Se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón. Si son muy tendidas se vigilará especialmente la segregación de la

masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. Si el plano de la junta presenta una mala orientación, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario para dar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La apertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente.

#### **2.5.10 Curado del hormigón**

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo que, al efecto, fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto, el que fijado en las indicaciones del Código Estructural.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón, para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón. Tales medidas se prolongarán durante el plazo de una (1) semana, salvo especificación en contrario del Director de obra.

Podrán utilizarse como procedimientos de curado, el riego directo con agua (evitando que se produzca el deslavado del hormigón), la disposición de arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, láminas de plástico y productos filmógenos de curado, de forma que la velocidad de evaporación no supere en ningún caso el medio litro por metro cuadrado y hora (0,50 l/m<sup>2</sup>/h).

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40 °C), deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

Durante los primeros días de fraguado debe protegerse el hormigón ejecutado de los rayos solares y del viento ya que pueden producir su desecación, debiéndose regar su superficie frecuentemente. Se deberá mantener húmeda su superficie durante quince (15) días, por lo menos, en tiempo húmedo. Este plazo puede reducirse prudencialmente.

La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de 20 grados a la del hormigón, para evitar la producción de grietas por enfriamiento brusco.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75 °C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20°C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón. No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya a adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

Los paramentos deben quedar lisos, con formas perfectas y buen aspecto, sin defectos o rugosidades y sin que sea necesario aplicar a los mismos enlucidos, que no podrán en ningún caso, ser ejecutados sin previa autorización del Director de las Obras. La irregularidad máxima que se admite en los paramentos será la siguiente:

- Paramentos vistos: 6 mm

- Paramentos ocultos 25 mm

El Director de las Obras autorizará en su caso la utilización de técnicas especiales de curado, que se aplicarán de acuerdo a las normas de buena práctica de dichas técnicas.

El Director de las Obras dará la autorización previa para la utilización de curado al vapor, así como el procedimiento que se vaya a seguir, de acuerdo con las prescripciones incluidas en este apartado.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las Obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

#### **2.5.11 Cimbras y encofrados**

El Proyecto y diseño de las cimbras, soportes y encofrados de cualquier estructura será ejecutado por el Contratista, quien suministrará las copias necesarias al Ingeniero Director para su aprobación, bien entendido que ello no eximirá de responsabilidad al Contratista por los resultados que se obtengan. Se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Antes de comenzar el hormigonado deberán estar dispuestos todos los elementos que constituyen los encofrados y se realizarán cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la exactitud de su colocación.

Los encofrados serán tales que tengan la calidad suficiente para garantizar la buena terminación de las aristas vivas y la buena presencia de las partes vistas. Para las no vistas se podrá utilizar encofrado ordinario.

Las cimbras deben ser capaces de tener la rigidez necesaria para evitar movimientos y resistir su propio peso, el peso del hormigón, el de los encofrados, y las posibles sobrecargas accidentales que actúen sobre ellas.

#### **2.5.12 Desencofrado**

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay. Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

### **2.5.13 Descimbrado**

Los distintos elementos que constituyen los moldes o los encofrados (costeros, fondos, etc.), los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

### **2.5.14 Criterios de unidad terminada y aceptación**

Deberán cumplirse las tolerancias especificadas en el Proyecto, en este Pliego, así como en la normativa vigente aplicable.

La máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos metros (2 m) de longitud, aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

- En superficies vistas: seis milímetros (6 mm).
- En superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm).
- Las tolerancias de las irregularidades bruscas o localizadas serán:
  - o En superficies vistas: tres milímetros (3 mm).
  - o En superficies ocultas: doce milímetros (12 mm).

Las tolerancias en los paramentos curvos serán las mismas, pero se medirán respecto a un escantillón de dos metros (2 m) cuya curvatura sea la teórica.

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación. Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

Las coqueras, si las hubiere en proporción superior al uno por ciento (1%) en superficie, en un cuadrado teórico de cincuenta centímetros (50 cm) de lado elegido libremente por la Dirección de las obras, será motivo para proceder a la demolición de la parte de la obra con dicho defecto, si dicha Dirección así lo estimara oportuno, incluidos aquellos elementos que directa o indirectamente resulten afectados por la mencionada demolición.

#### **2.5.15 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por m<sup>3</sup> realmente ejecutado, medido sobre planos conforme a las secciones de proyecto. En el caso del hormigón utilizado en rellenos de sobreelevaciones ordenados por el Director, se medirá por diferencia entre los datos iniciales antes de empezar los trabajos y los datos tomados una vez terminados éstos. En las capas de regularización u hormigón de limpieza el volumen abonable se medirá sobre planos.

El cemento, áridos, agua, aditivos y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario del hormigón, así como su compactación, ejecución de juntas, curado, acabado y el resto de operaciones necesarias para la ejecución de los mismos.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

#### **2.5.16 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural.
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas

- RC-16
- Orden Circular 311/90 C y E del MOPU (D.G.C.) de 23/03/1990 sobre pavimentos de hormigón vibrado

## **2.6.- LOSAS DE HORMIGÓN**

### **2.6.1 Definición**

Hormigonado de estructuras y elementos estructurales, con hormigón en masa, armado o para pretensar, de central o elaborado en la obra en planta dosificadora, que cumpla las prescripciones del Código Estructural, vertido directamente desde camión, con bomba o con cubilote, y operaciones auxiliares relacionadas con el hormigonado y el curado del hormigón. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Hormigonado:
  - Preparación de la zona de trabajo.
  - Humectación del encofrado.
  - Vertido del hormigón.
  - Compactación del hormigón mediante vibrado.
  - Curado del hormigón.

### **2.6.2 Condiciones generales**

En la ejecución del elemento se cumplirán las prescripciones establecidas en el Código Estructural, en especial las que hacen referencia a su durabilidad en función de las clases de exposición.

El hormigón colocado no tendrá disgregaciones o coqueas en la masa. Después del hormigonado las armaduras mantendrán la posición prevista en la Documentación Técnica.

La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

Los defectos que se hayan producido al hormigonar se repararán enseguida, previa aprobación de la Dirección Facultativa.

El elemento acabado tendrá una superficie uniforme, sin irregularidades. Si la superficie debe quedar vista tendrá, además, una coloración uniforme, sin goteos, manchas, o elementos adheridos.

En el caso de utilizar matacán, las piedras quedarán distribuidas uniformemente dentro de la masa de hormigón sin que se toquen entre ellas.

Resistencia característica estimada del hormigón ( $F_{est}$ ) al cabo de 28 días:  $\geq 0,9 \times F_{ck}$

Espesor máximo de la tongada:

Consistencia	Espesor (cm.)
Seca	$\leq 15$
Plástica	$\leq 25$
Blanda	$\leq 30$

### 2.6.3 Tolerancias de ejecución

Las tolerancias de ejecución cumplirán lo especificado en el Código Estructural.

Las tolerancias en el recubrimiento y la posición de las armaduras cumplirán lo especificado en la UNE 36831:97.

No se aceptarán tolerancias en el replanteo de ejes ni en la ejecución de cimentación de medianeras, huecos de ascensor, pasos de instalaciones, etc., a menos que las autorice explícitamente la Dirección Facultativa.

Tolerancias de ejecución:

- Replanteo parcial de ejes:  $\pm 20$  mm.
- Replanteo total de ejes:  $\pm 50$  mm.
- Horizontalidad:  $\pm 5$  mm/m,  $\leq 15$  mm.
- Niveles:  $\pm 20$  mm.
- Dimensiones en planta del elemento:  $\pm 30$  mm.

## **2.6.4 Criterios de medición y abono**

Se medirá y abonará por metro cúbico de losa de hormigón, realmente ejecutada.

### **2.6.1 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural.

## **2.7.- MORTEROS**

### **2.7.1 Condiciones generales**

Se confeccionará a cubierto, siempre que sea posible.

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. De emplearse máquinas, el tiempo de batido será  $\geq 30$  segundos, contados a partir de la adición de agua.

No se modificarán las condiciones de fraguado; se evitará la exposición directa al sol de los ingredientes.

Se humedecerá ligeramente la arena antes de su empleo, para temperaturas en el exterior mayores de 30°C.

### **2.7.2 Características**

Estará perfectamente mezclado y batido; será homogéneo; su consistencia será de pasta blanda y pegajosa; no presentará grumos ni desprenderá agua.

La dosificación será fijada por la Dirección Facultativa; no será modificada por el Constructor.

Existirán en obra: báscula, cajones y medidas para la arena, que permitan su comprobación.

La dosificación dependerá del coeficiente de trabajo soportado por el material que une el mortero; estará de acuerdo con el siguiente cuadro:

TIPO	Cemento	Cal	Picón	Arena	Agua
	Kg	L	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1:3	440			0,980	0,260
1:4	350			1,040	0,260
1:5	290			1,070	0,255
1:6	250			1,100	0,255
1:8	190			1,140	0,250
1:10	160			1,150	0,250
1:1:6	220	165		0,980	0,170
1:2:6	180	275		0,830	0,160
1:2:8	155	230		0,920	0,165
1:2:10	133	197		0,990	0,167
1:3:7	200		1,100	0,250	0,260

### 2.7.3 Transporte y almacenamiento

Se construirán cobertizos para contener la maquinaria y materiales a emplear. Sus dimensiones serán suficientes para almacenar el mortero hasta su empleo.

### 2.7.4 Criterio de medición y abono

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>). Se medirá y abonará en metros cúbicos realmente colocados.

No será de abono directo, a menos que se defina como unidad independiente.

### 2.7.5 Normativa de obligado cumplimiento

- Código Estructural.
- PG-3 /75 y posteriores modificaciones aprobadas.
- RC-16.

- Orden Circular 311/90 C y E del MOPU (D.G.C.) de 23/03/1990 sobre pavimentos de hormigón vibrado.

## **2.8.- ACEROS**

### **2.8.1 Definición**

Aceros para armaduras pasivas utilizadas en estructuras de hormigón.

Se han considerado los siguientes tipos:

- Armaduras pasivas:
  - Barras rectas o rollos de acero corrugado soldable.

### **2.8.2 Características generales**

#### **2.8.2.1 Acero en armaduras pasivas**

Las barras no presentarán defectos superficiales, fisuras ni sopladós.

La armadura estará limpia, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, óxido o cualquier otra materia perjudicial. Se comprobará que la distribución, diámetros, características y número de barras son las indicadas en los Planos del Proyecto.

Las armaduras se sujetarán entre sí y al encofrado mediante piezas adecuadas, que impidan su movimiento durante el proceso de vertido y vibrado del hormigón, permitiendo su recubrimiento sin dejar coqueras.

Se prohíbe el uso de alambres lisos o corrugados como armaduras pasivas longitudinales o transversales, con las siguientes excepciones:

- Mallas electrosoldadas
- Armaduras básicas electrosoldadas

En techos unidireccionales armados de hormigón, se seguirá sus propias normas. Las características geométricas del corrugado de las barras cumplirán las especificaciones de la norma UNE 36068: 2011.

Deben tener grabadas las marcas de identificación según la UNE 36068: 2011, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen y marca del fabricante (según informe técnico de la UNE 36811: 1998 IN).

Para el doblado, colocación, anclaje y empalme de las armaduras se seguirá lo especificado en el Código Estructural.

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la UNE EN 10080: 2006. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal. Las medidas nominales son:

Diámetro nominal e (mm)	Área de la sección transversal S (mm <sup>2</sup> )	Masa (kg/m)
6	28,3	0,23
8	50,3	0,41
10	78,5	0,64
12	113	0,92
16	201	1,63
20	314	2,47
25	491	3,85
32	804	6,31

### 2.8.2.2 Características mecánicas de las barras

Designación	Clase de acero	Límite elástico fy en N/mm <sup>2</sup>	Carga unitaria de rotura fs en N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros	Relación fs / fy en ensayo
B 500 S	Soldable	≥ 500	≥ 550	≥ 12	≥ 1,05

### 2.8.2.3 Composición química

Análisis UNE 36-068	C % máx.	Ceq % máx (UNE 36-068)	P % máx	S % máx	N % máx
Colada	0,22	0,50	0,050	0,050	0,012
Producto	0,24	0,52	0,055	0,055	0,013

Presencia de fisuras después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90°C (UNE 36068: 2011): Nula

Tensión de adherencia (UNE 36068: 2011):

- Tensión media de adherencia:
  - $D < 8 \text{ mm}: \geq 6,88 \text{ N/mm}^2$
  - $8 \text{ mm} \leq D \leq 32 \text{ mm}: \geq (7,84-0,12 D) \text{ N/mm}^2$
  - $D > 32 \text{ mm}: \geq 4,00 \text{ N/mm}^2$
- Tensión de rotura de adherencia:
  - $D < 8 \text{ mm}: \geq 11,22 \text{ N/mm}^2$
  - $8 \text{ mm} \leq D \leq 32 \text{ mm}: \geq (12,74-0,19 D) \text{ N/mm}^2$
  - $D > 32 \text{ mm}: \geq 6,66 \text{ N/mm}^2$

Tolerancias:

- Sección barra:
- Para  $D \leq 25 \text{ mm}: \geq 95\%$  sección nominal
- Para  $D > 25 \text{ mm}: \geq 96\%$  sección nominal

Masa:  $\pm 4,5\%$  masa nominal

Ovalidad:

Diámetro nominal e (mm)	Diferencia máxima (mm)
6	1
8	1

Diámetro nominal e (mm)	Diferencia máxima (mm)
10	1,50
12	1,50
16	2,00
20	2,00
25	2,00
32	2,50

### 2.8.3 Condiciones generales de suministro

El fabricante debe facilitar para cada partida de acero marcado CE o certificado según Código Estructural:

En el caso de productos certificados:

- El distintivo o certificado CCRR de acuerdo con el Código Estructural.
- El certificado de adherencia para las barras y alambres corrugados (armaduras pasivas).
- El certificado de garantía del fabricante que indique los valores mínimos de las características definidas en el Código Estructural.

El fabricante debe facilitar, si se le requiere, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida.

En el caso de productos no certificados (sin distintivo o certificado CCRR):

- Resultado del ensayo de las características mecánicas.
- Resultado del ensayo de las características geométricas.
- Resultado del ensayo de composición química (armaduras pasivas)
- Certificado específico de adherencia (armaduras pasivas).

### 2.8.4 Condiciones generales de almacenaje

Antes de su utilización y en especial después de periodos largos de almacenamiento en la obra, se debe inspeccionar la superficie para comprobar que no haya alteraciones superficiales.

Durante el transporte y el almacenamiento, las armaduras se protegerán adecuadamente de la lluvia, la humedad del suelo y de la agresividad de la atmósfera ambiental.

Se clasificarán según el tipo, calidad, diámetro y procedencia.

La pérdida de peso después de la eliminación de óxido superficial con cepillo de alambres será menor al 1%.

Almacenamiento: En locales ventilados sin contacto directo con el suelo ni con las paredes.

Se deben clasificar según los tipos, las clases y los lotes de procedencia.

### **2.8.5 Condiciones generales de ejecución**

Las armaduras se sujetarán entre sí y al encofrado mediante piezas adecuadas, que impidan su movimiento durante el proceso de vertido y vibrado del hormigón, permitiendo su recubrimiento sin dejar coqueras.

Mientras sea posible no se dispondrán más empalmes que los indicados en los planos, y en cualquier caso deberán quedar alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

Salvo justificación especial, las barras corrugadas se anclarán preferentemente por prolongación recta, pudiendo también emplearse patilla en las barras trabajando a tracción.

Los empalmes podrán realizarse por solape o soldadura (cuando las barras sean de calidad soldable), no se admitirán otros tipos de empalme sin la previa justificación de que su resistencia a rotura sea igual o superior a la de cualquiera de las barras empalmadas.

Si para mantener las distancias de las armaduras a los paramentos hubiera necesidad de emplear separadores, estos serán tacos de hormigón o de cualquier otro material compacto que no presente reactividad con el hormigón. A estos efectos queda prohibido el empleo de separadores de madera.

### **2.8.6 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por kilogramo (kg) de acero realmente colocado en obra, medido según las secciones especificadas por la Dirección Facultativa, cualquiera que sea el tipo y situación del elemento de obra a realizar, incluyendo despuntes, mermas y solapes. Estará incluido dentro del precio el acero necesario para el montaje y los materiales a pie de obra.

### **2.8.7 Normativa de obligado cumplimiento**

Normativa general:

- Código Estructural

Acero en barras corrugadas:

- UNE EN 10080:2006
- UNE-EN ISO/IEC 17025.

## **2.9.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO**

### **2.9.1 Definición y alcance**

Se define como mezcla bituminosa en caliente tipo hormigón bituminoso la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) con granulometría continua y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos, excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación, y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

La ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo a la fórmula de trabajo.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla.

## **2.9.2 Materiales**

### **2.9.2.1 Ligante Hidrocarbonatado**

El ligante hidrocarbonado a emplear será el B50/70D.

### **2.9.2.2 Áridos**

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en éste artículo.

Podrán emplearse como áridos para capas de base e intermedias, incluidas las de alto módulo, el material procedente del fresado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al 10 % de la masa total de mezcla.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, acopiadas y manejadas por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la Norma UNE 933-8: 2012 + A1: 2015/1M:2016, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse

esta condición, su índice azul de metileno, según la Norma UNE-EN 933-9: 2010 + A1: 2013, deberá ser inferior a uno (1).

El árido procedente del fresado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. En ningún caso se admitirán áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas. Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE EN 12697-2: 2015 + A1: 2022, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El árido así obtenido por este método deberá pasar en su totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE EN 933-2:2022 y cumplirá las especificaciones de los apartados 542.2.2, 542.2.3 o 542.2.4 del PG-3 en función de su granulometría obtenida según UNE EN 12697-2: 2015 + A1: 2022.

### 2.9.2.3 Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la Norma UNE EN 933-2: 2022.

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la UNE EN 933-5: 1999/A1:2005, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.2.a.

Tabla 542.2.a. Proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (% en masa)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100			≥ 90	≥ 75
INTERMEDIA					≥ 75 (*)
BASE	100		≥ 90	≥ 75	

(\*) En vías de servicio

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la UNE EN 933-5: 1999/A1:2005, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.2.b.

Tabla 542.2.b. Proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (% en masa)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	0			≤ 1	≤ 10
INTERMEDIA					≤ 10 (*)
BASE	0		≤ 1	≤ 10	

(\*) En vías de servicio

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE EN 933-3: 2012, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.3.

Tabla 542.3. Índice de lajas del árido grueso

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
T00	T0 a T31	T32 y arcenes	T4
≤ 20	≤ 25	≤ 30	

El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según UNE EN 1097-2: 2021, cumplirá con la tabla 542.4.

Tabla 542.4. Coeficiente de los Ángeles del árido grueso

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADUR A	≤ 20			≤ 25	
INTERMEDI A	≤ 25				≤ 25 (*)
BASE	≤ 25		≤ 30		

(\*) En vías de servicio

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE EN 1097-8: 2021, deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.5.

Tabla 542.5. Coeficiente de pulimento del árido grueso para capas de rodadura

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 y T00	T1 a T31	T32, T4 y arcenes
≥ 56	≥ 50	≥ 44

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de finos del árido grueso, determinado conforme a la UNE EN 933-1: 2012 como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al 0,5 % en masa.

#### 2.9.2.4 Árido Fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la norma UNE EN 933-2: 2022.

El árido fino procederá de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

La proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.6.

Tabla 542.6. Proporción de árido fino no triturado (\*) a emplear en la mezcla (% en masa del total de áridos, incluido el polvo mineral)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T32, T4 y arcenes
0	≤ 10

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso sobre el coeficiente de Los Ángeles.

Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a (veinticinco) 25 para capas de rodadura e intermedias, y a (treinta) 30 para capas de base.

### 2.9.2.5 Polvo mineral

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm según la norma UNE EN 933-2: 2022.

El polvo mineral procederá de los áridos, separado de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportándose a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 542.7.

Tabla 542.7. Proporción de polvo mineral de aportación (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el adherido a los áridos)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y T4	arcenes
RODADURA	100			≥ 50	--
INTERMEDIA	100		≥ 50	--	
BASE	100	≥ 50		---	

El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador, en ningún caso podrá rebasar el 2 % de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las Obras rebajar la proporción mínima de éste.

La granulometría del polvo mineral se determinará según la norma UNE EN 933-10: 2010. El 100 % de los resultados de análisis granulométrico deben quedar dentro del huso granulométrico general definido en la tabla 542.8.

Adicionalmente, el 90 % de los resultados del análisis granulométrico basado en los últimos 20 valores obtenidos deben quedar incluidos dentro de un huso granulométrico más estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices correspondientes a 0,125 y 0,063 mm no supere el 10 %.

Tabla 542.8. Especificaciones para la granulometría del polvo mineral

<b>ABERTURA DEL TAMIZ (mm)</b>	<b>HUSO GRANULOMÉTRICO GENERAL PARA RESULTADOS INDIVIDUALES Cernido acumulado (% en masa)</b>	<b>ANCHO MÁXIMO DEL HUSO RESTRINGIDO (% en masa)</b>
2	100	---
0,125	85 ÷ 100	10
0,063	70 ÷ 100	10

La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la norma UNE EN 1097-3: 1999, deberá estar comprendida entre 0,5 a 0,8 gr/cm<sup>3</sup>.

#### **2.9.2.6 Aditivos**

El director de las obras fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes y aprobará la dosificación y dispersión homogénea del mismo.

### 2.9.3 Tipo y composición de la mezcla

La designación de las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso se hará según la nomenclatura establecida en la UNE EN 13108-1: 2019.

Las mezclas a emplear, de acuerdo con dicha norma, serán las siguientes:

- AC-22 Base 50/70 G.
- AC-22 bin 50/70 D.
- AC 16 Surf 50/70 D.

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 542.9.

El análisis granulométrico se hará según la UNE EN 933-1: 2012.

Tabla 542.9. Husos granulométricos. cernido acumulado (% en masa)

TIPO MEZCLA (*)	DE	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
Densa	AC16 D	--	--	100	90- 100	64- 79	44- 59	31- 46	16- 27	11- 20	4-8
Densa	AC22 D	--	100	90 - 100	73- 88	55- 70		31- 46	16- 27	11- 20	4-8
Gruesa	AC22 G	--	100	90 - 100	65- 86	40- 60		18- 32	7-18	4-12	2-5

El Director de las Obras fijará la dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en la tabla 542.11, según el tipo de mezcla y de capa.

Tabla 542.11. Dotación mínima (\*) de ligante hidrocarbonado (% en masa sobre el total de mezcla bituminosa, incluido polvo mineral)

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	Densa	4,50
BASE	Densa	4,00
BASE	Gruesa	4,00

(\*) Incluidas las tolerancias específicas en el apartado 542.9.3.1 del PG-3.

## 2.9.4 Ejecución de la unidad

### 2.9.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la formular de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación. Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices UNE EN 933-2:2022 45 mm; 32 mm; 22 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm; 0,250 mm y 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2:2022 que correspondan para cada tipo de mezcla según la tabla 542.8, expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del uno por ciento (1%), con excepción del tamiz 0,063 mm que se expresará con aproximación del uno por mil (1 ‰).
- La dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa del total de áridos (incluido el polvo mineral), la de polvo mineral de aportación y recuperación, expresada en porcentaje del árido con aproximación del uno por mil (1 ‰) y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- La densidad mínima a alcanzar.
- Tipo y características del ligante hidrocarbonatado.

- En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.

También deberán señalarse:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Centígrados (15° C).
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador. La temperatura máxima no deberá exceder de ciento ochenta grados Centígrados (180° C), salvo en las centrales de tambor secador-mezclador, en las que no deberá exceder de ciento sesenta y cinco grados Centígrados (165° C).
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte y a la salida de la extendidora, que no será inferior a ciento treinta grados Celsius (130°C).
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse y terminarse la compactación.

La dosificación de ligante hidrocarbonado en las mezclas se proyectará en laboratorio de forma que cumpla las especificaciones siguientes en capas de rodadura.

En todo caso, la dosificación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior al cuatro por ciento (4 %) de la masa total de áridos (incluido el polvo mineral) en capas de base, ni al cuatro por ciento (4 %) en capas intermedias, ni al cuatro y medio por ciento (4,5 %) en capas de rodadura.

Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa en caliente deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 542.7.4. del PG-3.

La temperatura de fabricación de la mezcla deberá corresponder, en principio, a una viscosidad del ligante hidrocarbonado comprendida entre 150 y 190 cSt. En mezclas

abiertas deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante a esa temperatura.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, su Director podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo mediante los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en el presente apartado.

#### **2.9.4.2 Preparación de la superficie existente**

Se comprobarán la regularidad superficial y estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse la mezcla bituminosa en caliente. El Director de las Obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

La regularidad superficial de la superficie existente deberá cumplir lo indicado en las tablas 510.6, 513.8, 542.15 o 542.16 del PG-3 y sobre ella se ejecutará un riego de imprimación o un riego de adherencia, según corresponda dependiendo de su naturaleza, de acuerdo con los artículos correspondientes del presente pliego, o en su defecto del PG-3.

Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, y dicho pavimento fuere heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las Obras.

Se comprobará que haya transcurrido el plazo de rotura o de curado de estos riegos, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie; asimismo, si hubiera transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### **2.9.4.3 Transporte de la mezcla**

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendedora en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### **2.9.4.4 Extensión de la mezcla**

A menos que el Director de las Obras ordene otra cosa, la extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en el apartado 2.9.7 "Especificaciones de la unidad terminada".

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, acordando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde resulte imposible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa en caliente podrá ponerse en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el apartado 2.9.7 "Especificaciones de la unidad terminada".

#### **2.9.4.5 Compactación de la mezcla**

La compactación se realizará según un plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; deberá hacerse a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada.

La compactación deberá realizarse longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizase por franjas, al compactar una de ellas se deberá ampliar la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendidora; los cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### **2.9.5 Juntas transversales y longitudinales**

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera inferior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja deberá cortarse verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el Artículo 531 del PG-3, dejándolo romper suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales en capas de rodadura deberán compactarse transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo.

## **2.9.6 Tramo de prueba**

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida mediante el método del círculo de arena, según la UNE EN 13036-1: 2010, que deberá cumplir los valores establecidos en 542.7.4 del PG-3.

El tramo de prueba tendrá una longitud dada por el Director de las Obras, quien determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones de la central de fabricación o sistemas de extensión, etc.)
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.
- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el presente pliego, o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3, y otros métodos rápidos de control.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

## 2.9.7 Especificaciones de la unidad terminada

### 2.9.7.1 Densidad

La densidad no deberá ser inferior a la siguiente fracción de la densidad de referencia, obtenida aplicando la norma UNE EN 12697-6: 2022.

- Capas de espesor  $\geq 6$  cm: 98 %
- Capas de espesor  $< 6$  cm: 97 %

### 2.9.7.2 Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm en capas de rodadura e intermedias, ni de 15 mm en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los planos del proyecto.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los planos de proyecto.

### 2.9.7.3 Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional IRI, según la NLT-330/98, y obtenido de acuerdo a lo indicado en 542.9.4 del PG-3, deberá cumplir los valores de la tabla 542.15.

Tabla 542.15. IRI para firmes de nueva construcción

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE CAPA		
	RODADURA E INTERMEDIA		OTRAS CAPAS BITUMINOSAS
	TIPO DE VÍA		
	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS	

50	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 3,0

#### **2.9.7.4 Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento**

La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

Únicamente a efectos de recepción de capa de rodadura, la macrotextura superficial, según la Norma UNE EN 13036-1: 2020, no deberá ser inferior a 0,7 mm, y la resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-336/92, no deberá ser inferior a sesenta y cinco centésimas (0,65).

#### **2.9.7.5 Limitaciones de la ejecución**

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente, en los siguientes casos:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Centígrados (5° C), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Centígrados (8° C). Con viento intenso, después de heladas o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

Terminada su compactación podrá abrirse a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, cuando alcance una temperatura de sesenta grados centígrados (60 °C), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

### **2.9.8 Control de calidad**

### **2.9.8.1 Control de procedencia de los materiales**

En el caso de productos que deban tener el marcado CE según el Reglamento nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este pliego o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante, el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre los materiales que considere oportunos, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de productos que no dispongan de marcado CE, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia en los apartados siguientes.

### **2.9.8.2 Control de procedencia del ligante hidrocbonatado**

El ligante hidrocbonatado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.4 del PG-3. En el caso de betunes mejorados con caucho, el control de procedencia se llevará a cabo mediante un procedimiento análogo al indicado en el apartado 212.5 del PG-3 en cuanto a la documentación que debe acompañar al betún y su contenido.

### **2.9.8.3 Control de procedencia de los áridos**

Si los áridos a emplear disponen de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no será de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según UNE EN 932-1: 1997, y de cada fracción de ellas se determinará:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE EN 1097-2: 2021.

- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según UNE EN 1097-8: 2021.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE EN 1097-6: 2014.
- Granulometría de cada fracción, según UNE EN 933-1: 2012.
- Equivalente de arena, según UNE EN 933-8: 2012 + A1: 2015/1M:2016, y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9: 2010 + A1: 2013.
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según UNE EN 933-5: 1999/A1: 2005.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 13043: 2003.
- Índice de lajas del árido grueso, según la UNE EN 933-3: 2012.

#### **2.9.8.4 Control de procedencia del polvo mineral de aportación**

Si el polvo mineral a emplear dispone de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no será de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, y con ellas se determinará:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE EN 1097-3: 1999.
- Granulometría, según la UNE EN 933-10: 2010.

#### **2.9.9 Control de calidad de los materiales**

##### **2.9.9.1 Control de calidad de los ligantes hidrocarbonatados**

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 211.5 del PG-3. Para el control de calidad de los betunes mejorados con caucho se seguirá un procedimiento análogo al establecido en el apartado 212.5 del PG-3.

### **2.9.9.2 Control de calidad de los áridos**

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y los accesos.

Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en la tabla 542.18:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE EN 933-1: 2012.
- Según lo que establezca el Director de las Obras, equivalente de arena, según la UNE EN 933-8: 2012 + A1: 2015/1M:2016 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9: 2010 + A1: 2013.

Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Índice de lascas del árido grueso, según la UNE EN 933-3: 2012.
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE EN 933-5: 1999/A1:2005.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 13043: 2003.

Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2: 2021.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8: 2021.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6: 2014.

Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de estas cuatro últimas propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el P.P.T.P. o el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre estas propiedades si lo considera oportuno.

### **2.9.9.3 Control de calidad del polvo mineral**

En el caso del polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el anexo A de la UNE EN 1097-3: 1999.
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE EN 933-10: 2010.

Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos 1 vez al día, o cuando se cambie de procedencia:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE EN 1097-3: 1999.

Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE EN 933-10: 2010.

## **2.9.10 Control de ejecución**

### **2.9.10.1 Fabricación**

En el caso de que el producto disponga de marcado CE según el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante, el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos, al objeto de asegurar determinadas propiedades específicas.

Se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras, según la UNE EN 932-1: 1997, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según UNE EN 933-1: 2012.
- Equivalente de arena, según la UNE EN 933-8:2012 + A1:2015/1M:2016 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE EN 933-9:2010, del árido combinado

En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría, según la UNE EN 933-1: 2012, que cumplirá las tolerancias indicadas en este mismo apartado más adelante. Al menos, semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

Si la mezcla bituminosa dispone de marcado CE, los criterios establecidos en los párrafos precedentes sobre el control de fabricación no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezcan las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Para todas las mezclas, se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

A la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control de aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al 1 % en masa

del total. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.

- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación del ligante, según UNE EN 12697-1:2022 y la granulometría de los áridos extraídos, según UNE EN 12697-2: 2015 + A1:2022, con la frecuencia de ensayo indicada en la tabla 542.18, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de UNE EN 13108 -1:2019 y al nivel de conformidad NFC determinado por el método del valor medio de 4 resultados definido en ese mismo anexo.

Tabla 542.18. Frecuencia mínima de ensayo para determinación de granulometría de áridos extraídos y contenido de ligante (toneladas/ensayo).

NVEL DE FRECUENCIA	NCF A	NCF B	NCF C
X	600	300	150

Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral), las siguientes:

- Tamices superiores al 2 mm:  $\pm 4$  %.
- Tamiz 2 mm:  $\pm 3$  %.
- Tamices comprendidos en entre 2 y 0,063 mm:  $\pm 2$  %.
- Tamiz 0,063 mm:  $\pm 1$  %.

La tolerancia admisible respecto a la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del  $\pm 0,3$  % en masa del total de mezcla bituminosa, incluido polvo mineral, sin bajar del mínimo especificado en la tabla 542.11 para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

En el caso de mezclas que dispongan de marcado CE, se llevará a cabo la comprobación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este pliego o en su defecto en el artículo correspondiente del PG-3. No obstante el Director de las Obras podrá disponer la

realización de las comprobaciones o de los ensayos adicionales que considere oportunos. En ese supuesto, deberá seguirse lo indicado en los párrafos siguientes.

En el caso de mezclas que no dispongan de marcado CE, para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayos establecidas en el apartado 542.5.1 del PG-3 y con la frecuencia de ensayo que se indica en la tabla 542.19:

- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio, según UNE EN 12697-22: 2022.
- En mezclas de alto módulo, el valor del módulo dinámico a 20 °C, según el anexo C de UNE EN 12697-26: 2019.

Tabla 542.19. Frecuencia mínima de ensayo para ensayos adicionales de características de la mezcla

<b>NIVEL DE CONFORMIDAD</b>	<b>FRECUENCIA DE ENSAYO</b>
NCF A	Cada 12.000 tn
NCF B	Cada 6.000 tn
NCF C	Cada 3.000 tn

Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando el Director de las Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la norma UNE EN 12697-12: 2019, y en mezclas de alto módulo además la resistencia a fatiga, según Anexo D de la UNE EN 12697-24: 2019.

## **2.9.11 Puesta en obra**

### **2.9.11.1 Extensión**

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendidora o al equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como

la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado "Limitaciones de la ejecución" y el artículo correspondiente del PG-3.

La extendidora trabajará a velocidad constante, fijándola en el mínimo capaz de absorber la producción de la planta y sin que tenga paradas importantes. Los elementos de vibración de la máquina se ajustarán al tipo de mezcla y al espesor de la capa en cada caso, de tal modo que la precompactación a la salida de la regla sea máxima, sin deterioro de la calidad de la superficie obtenida.

Al menos una vez al día y una vez por lote, se tomarán muestras y se prepararán probetas, según UNE EN 12697-30: 2019 aplicando 75 golpes por cada una si el tamaño máximo del árido es inferior o igual a 22 mm, o mediante UNE EN 12697-32: 2020 para tamaño máximo del árido superior a dicho valor. Sobre esas probetas se determinará el contenido de huecos, según UNE EN 12697-8: 2020, y la densidad aparente, según UNE EN 12697-6: 2022 con el método de ensayo indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20:2007.

Se considera como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 542.9.4 del PG-3.

Para cada uno de los lotes, se determinará la densidad de referencia para la compactación, definida por el valor medio de los últimos 4 valores de densidad aparente obtenidos en las probetas mencionadas anteriormente.

A juicio del Director de las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de comprobación de la dosificación de ligante, según UNE EN 12697-1: 2022, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE EN 12697-2: 2015 + A1: 2022.

Se comprobará, con la frecuencia que establezca el Director de las Obras, el espesor extendido, mediante punzón graduado.

### **2.9.11.2 Compactación**

La compactación se realizará a la temperatura más alta posible, siempre que no se produzcan excesivas deformaciones o desplazamientos. Las máquinas empleadas en cada

una de las distintas fases deberán tener su tramo de actuación independiente detrás de la extendedora, con el mínimo número de cruces e interferencias.

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

Diariamente se comprobará el funcionamiento de los dispositivos de limpieza de todo el equipo de compactación (rascadores, esterillas, difusores de agua, etc.), sustituyendo los elementos que haga falta para que el equipo esté a punto antes de arrancar el tajo.

### **2.9.12 Control de recepción de la unidad terminada**

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>).
- La fracción construida diariamente.

Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a cinco (5), y se determinarán su densidad y espesor, según la Norma UNE EN 12697-6: 2022.

Se comprobará la regularidad de la superficie del lote con una regla de tres metros (3 m) según la Norma NLT-334/88, y con viágrafo según la Norma NLT-332/87.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del IRI según la NLT-330/98, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 542.7.3 del PG-3. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

En capas de rodadura, se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en la tabla 542.17:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE EN 13036-1: 2010, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336/92, una vez transcurridos 2 meses de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del lote.

### **2.9.13 Criterios de aceptación**

#### **2.9.13.1 Densidad**

La densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 542.7.1 del PG-3; no más de 3 individuos de la muestra podrán presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de 2 puntos porcentuales.

Si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en dicho apartado, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al 95 % de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la densidad media obtenida no es inferior al 95 % de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del 10 % a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

### **2.9.13.2 Espesor**

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 542.7.2 del PG-3; no más de 3 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un 10 %.

Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el referido apartado, se procederá de la siguiente manera:

Para capas de base e intermedias:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera inferior al 80 % del especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3, se rechazará la capa debiendo el Contratista levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.
- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera superior al 80 % del especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3 y no existieran problemas de encharcamiento, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

Para capas de rodadura

- Si el espesor medio obtenido en una capa de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado 542.7.2. del PG-3, se rechazará la capa debiendo el Contratista levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.

### **2.9.13.3 Regularidad superficial**

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 542.7.3 del PG-3 se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en más del 10 % de la longitud del tramo controlado, o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá una nueva capa de

mezcla bituminosa con el espesor que determine el Director de las Obras por cuenta del Contratista.

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en menos del 10 % de la longitud del tramo controlado, o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta del Contratista. La localización de dichos defectos se hará sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la auscultación para la determinación de la regularidad superficial.

Si los resultados de la regularidad superficial de capa de rodadura en tramos uniformes y continuos, con longitudes superiores a 2 Km mejoran los límites establecidos en el apartado 542.7.3 del PG-3, y cumplen los valores de la tabla 542.17a o 542.17b, según corresponda, se podrá incrementar el abono de mezcla bituminosa según lo indicado en el apartado 542.11 del PG-3.

Tabla 542.17a. IRI para firmes de nueva construcción con posibilidad de abono adicional

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5
100	< 1,5	< 2,0

Tabla 542.17b. IRI para firmes rehabilitados estructuralmente con posibilidad de abono adicional

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)	
	> 10	≤ 10
	RESTO DE VÍAS	

50	< 1,0	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5	< 1,5
100	< 1,5	< 1,8	< 2,0

#### 2.9.13.4 Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en la tabla 542.15 del PG-3. No más de 1 (un) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25 % del mismo. Ni tampoco más de un 5 % de la longitud total medida de cada lote podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

Tabla 542.15. Valores mínimos de la macrotextura superficial (MTD) y resistencia al deslizamiento transversal (CRTS) de las mezclas para capas de rodadura

CARACTERÍSTICA	VALOR
MACROTEXTURA SUPERFICIAL (NORMA UNE-EN 13036-1) (mm)	0,7
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (NORMA UNE 41201 IN)	65

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90 % del valor previsto, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90 % del valor previsto, se aplicará una penalización económica del 10 %.

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90 % del valor previsto, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al 90 % del valor previsto, se aplicará una penalización económica del 10 %.

#### **2.9.14 Medición y abono**

La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso se abonará por toneladas (tn), según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas por cada capa en los planos de proyecto, por los espesores y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, el procedente de fresado de mezclas bituminosas, si lo hubiere, y el del polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

#### **2.9.15 Normativa de obligado cumplimiento**

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Artículo 542 "Mezclas Bituminosas en Caliente".

### **2.10.- ZAHORRAS**

#### **2.10.1 Definición**

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso y que es utilizado como capa de firme.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.

- Extensión, humectación, si procede, y compactación.

### **2.10.2 Materiales**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición deberán aportar documento acreditativo de su origen, de la idoneidad de sus características para el uso propuesto, que han sido debidamente tratados y que no se encuentran mezclados con otros contaminantes.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

### **2.10.3 Áridos**

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 (categorías de tráfico pesado consideradas en Proyecto T22 y T31), se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos

reciclados de residuos de construcción y demolición —entendiendo por tales a aquellos resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción—, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes. De igual manera, los áridos siderúrgicos, tras un proceso previo de machaqueo, cribado y eliminación de elementos metálicos y otros contaminantes, se envejecerán con riego de agua durante un periodo mínimo de tres (3) meses.

La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio (UNE EN 1367-2: 2010) de los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición no superará el dieciocho por ciento ( $\leq 18\%$ ).

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro (norma UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013).

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento ( $< 5\%$ ) (norma UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013). La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio (norma UNE-EN 196-2: 2014) sea menor o igual al cinco por ciento ( $MgO \leq 5\%$ ) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos. Además, el Índice Granulométrico de Envejecimiento (IGE) (NLT-361) será inferior al uno por ciento ( $< 1\%$ ) y el contenido de cal libre (UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013) será inferior al cinco por mil ( $< 5\%$ ).

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S, (norma UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013) será inferior al cinco por mil ( $S < 5\%$ ) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento ( $< 1\%$ ) en los demás casos.

En el caso de emplearse materiales reciclados procedentes de demoliciones de hormigón, el contenido de sulfatos solubles en agua del árido reciclado (expresados en SO<sub>3</sub>, (norma UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013), deberá ser inferior al siete por mil (SO<sub>3</sub> < 7 ‰).

#### 2.10.4 Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm (norma UNE-EN 933-2: 2022).

- Angulosidad: La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5:1999/A1:2005) deberá cumplir lo fijado en la siguiente tabla para las categorías de tráfico pesado consideradas en Proyecto T22 y T31.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 a T0	T1 a T2 y ARCENES T00 a T0	T3 a T4 y RESTO de ARCENES
100	≥70	≥50

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5:1999/A1:2005) deberá cumplir:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 a T0	T1 a T2 y ARCENES T00 a T0	T3 a T4 y RESTO de ARCENES
0	≤ 10	≤ 10

- Forma (índice de lajas): L El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3: 2012) deberá ser inferior a treinta y cinco (FI < 35).

- Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles): El coeficiente de Los Ángeles (LA) (norma UNE-EN 1097-2: 2021) de los áridos para la zahorra no deberá ser superior a los valores indicados en la siguiente tabla para las categorías de tráfico pesado T22 y T31:

CATEGORÍA TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y ARCENES
30	35

Para materiales reciclados  
capas de firme de carretera,

procedentes de  
así como para

áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla 510.3 del PG-3, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20.

**Limpieza (contenido de impurezas):** Los materiales deberán estar exentos de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1: 2012), expresado como porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al uno por ciento (< 1%) en masa.

### 2.10.5 Árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 4 mm de la norma UNE-EN 933-2: 2022.

- Calidad de finos: El equivalente de arena (SE4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8: 2012 + A1:2015), para la fracción 0/4 del material, deberá cumplir lo indicado en la tabla 510.1

Tabla 510.1 Proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso

T00 a T1	T2 a T4 y ARCENES T00 a T2	ARCENES de T3 y T4
100	>70	>50

De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9: 2010 + A1:2013), para la fracción 0/0,125 deberá ser inferior a diez gramos

por kilogramo ( $MB_f < 10 \text{ g/kg}$ ) y, simultáneamente, el equivalente de arena ( $SE_4$ ) no deberá ser inferior en más de cinco (5) unidades a los valores indicados en la tabla 510.3.

Tabla 510.3 Equivalente de Arena ( $SE_4$ )

00 a T1	T2 a T4 y ARCENES T00 a T2	ARCENES de T3 y T4
>40	>35	>30

De acuerdo al Artículo 510.2.2.4.2 del PG-3, cuando se trate de una categoría de tráfico pesado T32, T41 o T42, se admite que el índice de plasticidad (norma UNE 17892-12: 2019) sea inferior a diez ( $<10$ ), y que el límite líquido sea inferior a treinta ( $<30$ ).

- Granulometría: La granulometría del material (norma UNE-EN 933-1: 2012) deberá estar comprendida dentro de los usos indicados en la siguiente tabla según el tipo de zahorra prevista:

TIPO DE	APERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZAHORRA (*)										
ZA 0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA 0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD 0/20 (**)		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2: 2022) será menor que los dos tercios ( $< 2/3$ ) del cernido por el tamiz 0,250 mm (norma UNE-EN 933-2: 2022).

### 2.10.6 Ejecución

La capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se asiente tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Se comprobarán la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá al vertido y extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (> 30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Los materiales serán extendidos con motoniveladora, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas de espesor uniforme, lo suficientemente reducidas para que con los medios disponibles se alcance una densidad no inferior a la que corresponda al noventa y cinco por ciento (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

Conseguida la humedad más conveniente, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 510.5.1 del PG-3, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el epígrafe 510.7.1 del PG-3. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras, en función de los resultados del tramo de prueba.

La compactación se ejecutará de manera continua y sistemática. Si la extensión se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

La ejecución del riego de imprimación sobre la capa de zahorra y la posterior puesta en obra de la capa de mezcla bituminosa sobre ella, deberá coordinarse de manera que se consiga la protección de la capa terminada, así como que el riego de imprimación no pierda su efectividad como elemento de unión, de acuerdo con lo especificado en el artículo 530 del PG-3.

Se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico sobre la capa ejecutada. Si esto no fuera posible, se extenderá un árido de cobertura sobre el riego de imprimación y se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza, conforme a lo indicado en el artículo 530 del PG-3. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

### **2.10.7 Condiciones de suministro y almacenaje**

Suministro y almacenamiento: De manera que no se alteren sus características.

### **2.10.8 Especificaciones de la unidad terminada**

#### **2.10.8.1 Densidad**

Cuando la zahorra se vaya a emplear en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento ( $\geq 98\%$ ) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Próctor modificado (norma UNE-EN 13286-2: 2011).

#### **2.10.8.2 Capacidad de soporte**

El valor del módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga ( $E_{v2}$ ), del ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática de trescientos milímetros (300 mm) de diámetro nominal (norma UNE 103808: 2006), deberá superar los valores

especificados en la tabla siguiente, según las categorías de explanada y de tráfico pesado (T31, T41 y T42 en Proyecto).

CATEGORÍA DE EXPLANADA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T3	T4 y ARCENES
E3	200	180	150	120	100
E2		150	120	100	80
E1			100	80	80

Valor mínimo de  $E_{v2}$

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos  $E_{v2}/E_{v1}$  será inferior a dos unidades y dos décimas ( $< 2,2$ ). El Director de las Obras podrá autorizar la sustitución del ensayo descrito en la norma UNE 103808: 2006 por otros procedimientos de control siempre que se disponga de correlaciones fiables y contrastadas entre los resultados de ambos ensayos.

### 2.10.8.3 Rasante, espesor y anchura

Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por el Director de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto.

Tampoco deberá quedar por debajo de ella en más de veinte milímetros (20 mm) en ningún caso.

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el epígrafe 510.10.3 del PG-3.

#### 2.10.8.4 Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330-98) deberá cumplir lo fijado en la tabla 510.7 del PG-3, en función del espesor total (e) de las capas que se vayan a extender sobre ella.

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	ESPESOR TOTAL DE LAS CAPAS SUPERIORES (cm)		
	$e \geq 20$	$10 < e < 20$	$e \leq 10$
10	< 3,0	< 2,5	< 2,5
80	< 4,0	< 3,5	< 3,5
100	< 5,0	< 4,5	< 4,0

Índice de regularidad internacional (IRI) (dm/hm)

Se comprobará que no existen zonas que retengan agua sobre la superficie, las cuales, si existieran, deberán corregirse por el Contratista a su cargo.

#### 2.10.9 Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una (1) toma o ensayo por cada hectómetro

(hm). Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba con los ensayos de determinación de humedad natural (norma UNE 17892-1: 2015) y de densidad in situ (norma UNE 103503: 1995). La medición de la densidad por el método nuclear se llevará a cabo según la norma UNE 103900: 2013, y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, se deberá hincar el vástago de la sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior. Sin perjuicio de lo anterior será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos, con los ensayos de las normas UNE 17892-1: 2015 y UNE 103503: 1995, se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce (14) días, ni superiores a veintiocho (28) días.

Por cada lote se realizará un (1) ensayo de carga con placa de trescientos milímetros (300 mm) de diámetro nominal (norma UNE 103808: 2006), así como una (1) determinación de la humedad natural (norma UNE 17892-1: 2015) en el mismo lugar en que se haya efectuado el ensayo. Si durante la ejecución del tramo de prueba se hubiera determinado la correspondencia con otros equipos de medida de mayor rendimiento, el Director de las Obras podrá autorizar dichos equipos en el control.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte, si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa y el espesor.

Se controlará la regularidad superficial, en tramos de mil metros de longitud (1.000 m), a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330-98) calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del

perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro (hm), y así sucesivamente hasta completar el tramo medido, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 510.7.4 del PG-3.

#### **2.10.10 Unidad y criterios de medición**

La zavorra se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), incluidos dentro del material suelocemento. No serán de abono los sobrecanchos laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

#### **2.10.11 Normativa de obligado cumplimiento**

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, Artículo 501 con las modificaciones aprobadas.

### **2.11.- SUELO CEMENTO**

#### **2.11.1 Materiales**

##### **2.11.1.1 Cemento**

La clase resistente del cemento será la 32,5 N. El Director de las obras podrá autorizar en épocas frías el empleo de un cemento de clase resistente 42,5 N. No se emplearán cementos de aluminato de calcio ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles (SO<sub>3</sub>) en los materiales granulares que se vayan a utilizar, determinado según la UNE 103201: 2019, fuera superior al cinco por mil (0,5%) en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de paso de hormigón.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles en ácido (SO<sub>3</sub>) en el árido para gravacemento que se vaya a utilizar (norma UNE-EN 1744-1: 2010 + A1: 2013) fuera

superior al cuatro por mil ( $> 4 \text{ ‰}$ ) en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos (SR) y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de hormigón.

El fraguado, según la UNE-EN 196-3: 2017, no podrá tener lugar antes de las dos horas (2 h). No obstante, si la extensión se realizase con temperatura ambiente superior a treinta grados Celsius ( $30^{\circ}\text{C}$ ), el principio de fraguado, determinado con dicha norma, pero realizando los ensayos a una temperatura de cuarenta más menos dos grados Celsius ( $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), no podrá tener lugar antes de una hora (1 h).

#### **2.11.1.2 Materiales granulares**

Para el suelocemento se utilizará zahorra que cumplirá las especificaciones descritas en el apartado 2.10 "Zahorras" de este documento.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes.

El material granular del suelocemento, no será susceptible a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no originen, con el agua, disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

#### **2.11.1.3 Composición química**

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S) no será superior al uno por ciento ( $S > 1\%$ ).

Los materiales granulares no deberán presentar materia orgánica en cantidades perjudiciales, por lo que dicha proporción en el material granular para suelocemento no deberá ser superior al uno por ciento ( $> 1\%$ ) (norma UNE 103204: 2019).

El material granular no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el Director de las Obras podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en el Código Estructural.

#### **2.11.1.4                   Plasticidad**

El límite líquido del material granular del suelocemento (norma UNE-EN ISO 17892-12: 2019) deberá ser inferior a treinta ( $< 30$ ), y su índice de plasticidad (norma UNE-EN ISO 17892-12: 2019) deberá ser inferior a doce ( $< 12$ ).

#### **2.11.1.5                   Agua**

El agua cumplirá las prescripciones del Código Estructural.

#### **2.11.1.6                   Aditivos**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los aditivos que puedan utilizarse para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla, los cuales deberán ser especificados en la fórmula de trabajo y aprobados por el Director de las Obras. Éste podrá autorizar el empleo de un retardador de fraguado para ampliar el periodo de trabajabilidad del material, según las condiciones meteorológicas, así como establecer el método que se vaya a emplear para su incorporación, las especificaciones que debe cumplir dicho aditivo y las propiedades de la mezcla tras su incorporación.

El empleo de retardadores de fraguado será obligatorio cuando la temperatura ambiente durante la extensión de la mezcla supere los treinta grados ( $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), salvo que el Director de las Obras ordene lo contrario.

Únicamente se autorizará el uso de los aditivos cuyas características, y especialmente su comportamiento y los efectos sobre la mezcla al emplearlos en las proporciones previstas, vengán garantizados por el fabricante, siendo obligatorio realizar ensayos previos para comprobar que cumplen su función con los materiales y dosificaciones previstos.

### **2.11.2 Preparación de la superficie existente**

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el material tratado con cemento. El Director de las Obras indicará las medidas necesarias para obtener una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas defectuosas.

En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del material extendido, el Director de las Obras podrá ordenar que la superficie de apoyo se riegue ligeramente inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones de agua en superficie que hubieran podido formarse.

### **2.11.3 Fabricación**

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. El Director de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado, que en ningún caso será inferior a los treinta segundos ( $< 30\text{ s}$ ).

Se comenzará mezclando los materiales granulares y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquella. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de

trabajo, teniendo en cuenta la existente en el material granular, así como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante la ejecución.

#### **2.11.4 Compactación y terminación**

Se compactará mientras el material tratado esté dentro de su periodo de trabajabilidad, hasta alcanzar la densidad especificada en el artículo 513.7.1 del PG3.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, quince centímetros (15 cm) de la anterior.

En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el periodo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente.

Una vez terminada la compactación de la capa, no se permitirá su recrecimiento. Sin embargo, y siempre dentro del periodo de trabajabilidad de la mezcla, el Director de las Obras podrá autorizar un reperfilado de las zonas que rebasen la superficie teórica, recompactando posteriormente la zona corregida.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

#### **2.11.5 Ejecución de juntas de trabajo**

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el periodo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

Si se trabaja por fracciones de la anchura total se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que no sea posible compactar el material de una franja dentro del

periodo máximo de trabajabilidad del material de la franja adyacente puesto en obra con anterioridad, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Director de las Obras.

### **2.11.6 Curado y protección superficial**

Una vez terminada la capa se procederá a la aplicación de un riego con una emulsión bituminosa, del tipo y en la cantidad que señale el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el artículo 531 del PG-3. La extensión se efectuará de manera uniforme en toda la superficie expuesta de la capa, incluyendo los laterales, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Esta operación se efectuará inmediatamente después de acabada la compactación, y en ningún caso después de transcurrir tres horas (3 h) desde la terminación, manteniéndose hasta entonces la superficie en estado húmedo.

Se prohibirá la circulación de todo tipo de vehículos sobre las capas recién ejecutadas, al menos durante los tres días (3 d) siguientes a su terminación, y durante siete días (7 d) a los vehículos pesados.

En el caso de que se vaya a circular por encima de la capa de suelocemento o de gravacemento antes de la ejecución de la capa superior, deberá protegerse el riego de curado extendiendo un árido de cobertura, que cumplirá lo especificado en el artículo 531 del PG-3. Tras su extensión se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, se barrerá para eliminar el árido sobrante.

El Director de las Obras fijará, dependiendo de los tipos, ritmos y programas de trabajo, el plazo para la extensión de la capa superior, que deberá ser el máximo posible. En ningún caso será inferior a siete días (< 7 d).

### **2.11.7 Unidad y criterios de medición**

El suelocemento se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre los planos de Proyecto. No serán de abono los sobreechamientos laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

### **2.11.8 Normativa de obligado cumplimiento**

PG 3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, Artículo 501 con las modificaciones aprobadas.

## **2.12.- RIEGO DE ADHERENCIA**

### **2.12.1 Definición y alcance**

Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla, o una lechada bituminosa.

A efectos de aplicación de este artículo, no se considerarán como riego de adherencia los definidos en el artículo 532 del PG-3/75 como riegos de curado.

### **2.12.2 Materiales**

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

#### **2.12.2.1 Emulsión bituminosa**

El tipo de emulsión a emplear será tipo C60B4.

#### **2.12.2.2 Dotación del ligante**

La dotación del ligante será de dos (2) kilos por metro cuadrado (2 kg/m<sup>2</sup>).

No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal dotación, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

### **2.12.3 Equipo necesario para la ejecución de la obra**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

#### **2.12.3.1 Equipo para la aplicación de la emulsión bituminosa**

El equipo para la aplicación del ligante irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de emulsión especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

En la aplicación para categorías de tráfico pesado T3 y T4 y en obras de más de setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>) de superficie, el equipo para la aplicación de la emulsión deberá disponer de rampa de riego.

En puntos inaccesibles a los equipos descritos anteriormente, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano.

Si fuese necesario calentar la emulsión, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión de la emulsión deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también deberá estar dotado de un termómetro para la emulsión, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

## **2.12.4 Ejecución de las obras**

### **2.12.4.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con las instrucciones del Director de las Obras, o lo que al respecto indique el PG-3/75.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de emulsión bituminosa que hubiese, y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.

Si la superficie tuviera un riego de curado de los definidos en el artículo 532 del PG-3/75, transcurrido el plazo de curado, se eliminará éste por barrido enérgico, seguido de soplo con aire comprimido u otro método aprobado por el Director de las Obras.

#### **2.12.4.2**

#### **Aplicación de la emulsión bituminosa**

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación de la emulsión será tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), según la NLT-138/99.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.

#### **2.12.4.3**

#### **Limitaciones de la ejecución**

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5° C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquél superpuesta, de manera que la emulsión bituminosa haya curado o roto, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura de la emulsión.

## **2.12.5 Control de calidad**

### **2.12.5.1 Control de procedencia de la emulsión bituminosa**

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en las tablas 214.3 y 214.4 del artículo 214 del PG-3/75, según el tipo de emulsión a emplear.

### **2.12.5.2 Control de calidad de la emulsión bituminosa**

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en las tablas 214.3 y 214.4 del artículo 214 del PG-3/75, según el tipo de emulsión a emplear.

## **2.12.6 Control de ejecución**

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada
- La superficie regada diariamente.

La dotación de emulsión bituminosa se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación de la emulsión, en no menos de cinco (5) puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, según la UNE-EN 12697-3: 2013 + A1: 2020. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de emulsión bituminosa, por otros medios.

Se comprobarán la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la de la emulsión, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

## **2.12.7 Criterios de aceptación o rechazo**

La dotación media del ligante residual no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan los límites fijados.

El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

### **2.12.8 Medición y abono**

La emulsión bituminosa empleada en riegos de adherencia se abonará por toneladas (t) realmente empleadas y pesadas en una báscula contrastada, o bien por superficie regada, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), multiplicada por la dotación media del lote.

El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el de la aplicación de la emulsión.

### **2.12.9 Normativa de obligado cumplimiento**

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Artículo 531 "Riegos de adherencia".

## **2.13.- TUBERÍA DE PVC-O**

### **2.13.1 Características y especificaciones**

Tubo rígido, elaborado a partir de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), con un extremo liso y biselado y el otro en forma de embocadura.

Accesorios elaborados por moldeo o inyección de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para canalizaciones a presión.

Se han considerado los siguientes elementos:

- Piezas en forma de T para derivaciones.
- Piezas en forma de codo para cambios de dirección.
- Piezas para reducciones de diámetro con uniones encoladas.
- Manguitos de conexión para uniones.

Se han considerado, en las piezas donde no se especifica, los siguientes tipos de unión:

- Para encolar.
- Para unión elástica con anilla elastomérica de estanqueidad.

Las especificaciones que deben cumplir los tubos y las piezas especiales vienen reseñadas en la Norma UNE-EN 17176-1: 2019. Realizándose, si fuera posible, las comprobaciones y verificaciones en fábrica antes del suministro a obra de la tubería.

Las tolerancias dimensionales sobre:

- Diámetro exterior.
- Diámetro interior medio de las embocaduras.
- Ovalización.
- Espesor.
- Longitud mínima de las embocaduras.

Se establecerán de acuerdo a lo especificado en la Norma UNE-EN 17176-1: 2019.

Tanto los materiales como las características generales, geométricas y mecánicas del tubo y piezas especiales estarán conformes a la norma UNE-EN 17176-2: 2019.

Los accesorios, válvulas y equipo auxiliar para la tubería, cumplirán lo especificado en la UNE-CEN/TS 17176-3: 2022 EX.

El marcado mínimo requerido será el siguiente:

- Número de la Norma de sistema, EN-17176: 2019.
- Nombre del fabricante y/o marca comercial.
- Material y clasificación.
- Diámetro exterior nominal y espesor de pared.

- Presión nominal PN.
- Información del fabricante (Periodo fabricación y código de lugar de fabricación en el caso de que el fabricante produzca en lugares diferentes).

Cada accesorio tendrá marcados de forma indeleble y bien visible los datos siguientes:

- UNE EN 17176: 2019.
- Designación comercial.
- Diámetro(s) nominal(es) en mm.
- Designación del material.
- Presión nominal PN.
- Información del fabricante.

Las uniones de los tubos podrán ser mediante:

- Embocadura para unión por encolado.
- Embocadura para unión por juntas de estanqueidad anulares.
- Uniones por compresión (anillos de compresión, tuercas y pernos.).
- Uniones roscadas.
- Uniones por bridas.

Se cumplirá lo especificado en la Norma UNE-EN 17176-2: 2019 para las uniones.

Las juntas de estanqueidad empleadas cumplirán la UNE-EN 681-1: 1996, mientras que los adhesivos empleados no tendrán efectos desfavorables sobre el tubo y no deben causar que el conjunto del ensayo no cumpla con los requisitos funcionales especificados en la UNE-EN 1452-5: 2011. Los adhesivos deben estar conformes con las normas adecuadas.

El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico.

El Contratista presentará al Director de Obra los documentos del fabricante que acrediten las características del material a emplear. El Director de Obra podrá solicitar de un

laboratorio acreditado las pruebas que estime conveniente sobre este material. Salvo indicación de Normas Oficiales específicas, regirán las que se citan en éste Pliego para las conducciones.

### **2.13.2 Características generales**

La superficie interna y externa del tubo debe ser lisa, limpia y exenta de ranuras, cavidades y otros defectos superficiales que impidan satisfacer los requisitos necesarios para su uso. El material no debe contener ninguna impureza visible a simple vista.

El color será uniforme en todo el espesor de la pared. La pared del elemento para colocar no enterrado, debe ser opaca a la luz visible. El espesor de la pared será constante en toda la longitud del tubo, con las tolerancias definidas en la UNE-EN 17176-2:2019.

Tendrá una sección constante y uniforme, con las tolerancias de ovalidad definidas en la UNE-EN 17176-2:2019. Las características geométricas cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 17176-2:2019.

Las características químicas determinadas según la norma UNE 6401:2023, cumplirán lo especificado en la UNE-EN 17176-2:2019. Cumplirá la legislación sanitaria vigente.

Ha de superar los ensayos de resistencia al impacto (UNE-EN ISO 3127:2018) y de presión interna (UNE-EN ISO 1167-1:2006) según lo determinado en la UNE-EN 17176-2:2019.

Las cotas de montaje coincidirán con los valores de la UNE-EN ISO 177: 2017. Las juntas serán estancas.

Los extremos lisos para unión con junta elastomérica o unión encolada, deben ser con chaflán. En ningún caso el extremo liso tendrá algún borde vivo. Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas.

El material de la junta de estanqueidad o el adhesivo no tendrá ningún efecto desfavorable sobre las propiedades del elemento y no afectará al conjunto, de manera que no cumpla con los requisitos funcionales especificados en la UNE-EN 17176-5:2019.

Presión de trabajo (t: temperatura servicio):

- $t \leq 25^{\circ}\text{C}$ :  $\leq$  presión nominal.
- $25 \leq t \leq -45^{\circ}\text{C}$ :  $\leq$  ft presión nominal.

ft (coeficiente de reducción definido en el anexo A de la UNE-EN 17176-2:2019).

Densidad a  $23^{\circ}\text{C}$  (UNE-EN ISO 1183-1:2019):  $\geq 1350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\leq 1460 \text{ kg/m}^3$ .

Resistencia hidrostática mínima requerida MRS (UNE-EN ISO 1167-1:2006):  $\geq 25$  MPa.

Opacidad (UNE-EN ISO 7686:2006):  $\leq 0,2\%$  luz visible.

Temperatura de reblandecimiento Vicat (UNE EN ISO 2507-1:2018):  $\geq 80^{\circ}\text{C}$ .

Retracción longitudinal (UNE-EN ISO 2505:2006):  $\leq 5\%$ .

### 2.13.2.1 Tolerancias

Diámetro exterior medio (mm)

<b>Diámetro Nominal DN</b>	<b>Tolerancia Diámetro</b>
$\leq 50$	+0,2
$63 \leq \text{DN} \leq 90$	+0,3
$110 \leq \text{DN} \leq 125$	+0,4
$140 \leq \text{DN} \leq 160$	+0,5
$180 \leq \text{DN} \leq 200$	+0,6
225	+0,7
250	+0,8
280	+0,9
315	+1,0
355	+1,1
400	+1,2
450	+1,4

500	+1,5
560	+1,7
630	+1,9
710 $\geq$ DN $\leq$ 1000	+2,0

La tolerancia del espesor de la pared es  $0,1(e)+0,2$  mm. La tolerancia es constante para un intervalo de espesores nominales mínimos de pared de 1 mm. Siendo (e) el valor superior de este intervalo.

La verificación de las medidas se hará según la norma UNE-EN ISO 3126:2005.

### 2.13.2.2 Unión encolada

El diámetro interior de la embocadura corresponderá al diámetro nominal del elemento.

El ángulo interno máximo de la zona de embocadura no debe ser superior a  $0^\circ 30'$ .

Diámetro interior medio de la embocadura:

Diámetro nominal DN (mm)	Diámetro interior Embocadura (mm)	
	D mín	D máximo
DN $\leq$ 90	DN + 0,1	DN + 0,3
110 $\leq$ DN $\leq$ 125	DN + 0,1	DN + 0,4
140 $\leq$ DN $\leq$ 160	DN + 0,2	DN + 0,5
180 $\leq$ DN $\leq$ 200	DN + 0,2	DN + 0,6
225	DN + 0,3	DN + 0,7
250	DN + 0,3	DN + 0,8
280	DN + 0,3	DN + 0,9
315	DN + 0,4	DN + 1,0

Longitud mínima de la embocadura:

- $(0,5 \text{ DN} + 6 \text{ mm}) \leq 12 \text{ mm}$ : 12 mm
- resto de casos:  $0,5 \text{ DN} + 6 \text{ mm}$

### 2.13.2.3 Unión con anilla elastomérica

En el interior de la abocardadura habrá una junta de goma.

El material de la junta de estanqueidad cumplirá las especificaciones de la norma UNE-EN 681-1. Sobre la junta, o bien sobre el embalaje, irá marcada la siguiente información

- Tamaño nominal.
- Identificación del fabricante.
- Número de la norma UNE-EN 681-2:2001, seguido del tipo de aplicación y de la clase de dureza, como sufijos.
- Marca de certificación de la tercera parte.
- El trimestre y el año de fabricación.
- La resistencia a las bajas temperaturas (L), si procede.
- La resistencia a los aceites (O), si procede.
- La abreviatura del caucho.
- Llevarán el marcado CE de conformidad con lo dispuesto en los Reales Decretos 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por RD 542/2020, de 26 de mayo y 1328/1995 de 28 de julio.

Diámetro interior medio de la embocadura:

- $DN \leq 50 \text{ mm}$ :  $DN + 0,3 \text{ mm}$ .
- $63 \leq DN \leq 90 \text{ mm}$ :  $DN + 0,4 \text{ mm}$ .
- $DN \geq 110 \text{ mm}$ :  $1,003 DN + 0,1 \text{ mm}$ .

Longitud de entrada de la embocadura:  $(22 + 0,16 DN) \text{ mm}$

Profundidad mínima de embocamiento:

- $DN \leq 280$ :  $50 \text{ mm} + 0,22 DN - 2e$
- $DN > 280$ :  $70 \text{ mm} + 0,15 DN - 2e$

### **2.13.3 Condiciones del proceso de ejecución**

Se cumplirá en todo momento lo descrito en la UNE-EN 17176-5: 2019.

Antes de comenzar las excavaciones se realizarán los desvíos de los servicios afectados (líneas de teléfono, electricidad, agua, desagües, alcantarillado, etc.).

Una vez efectuada la excavación para el emplazamiento, se procederá a preparar la plataforma de asiento, perfilando y compactando la misma.

El perfilado de rasantes se realizará a mano, quitando piedras, ramas, troncos y raíces, dejando el fondo de la zanja perfectamente plano. Una vez perfilada la plataforma de asiento se compactará hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja. Una vez terminada la plataforma de asiento se ejecutarán las capas de apoyo (hormigón, gravilla, arena, etc.), cuando las hubiese, según lo indicado en los Planos del Proyecto.

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán, apartando y marcando los que presenten algún tipo de deterioro. Especialmente se observará el estado de los extremos.

El montaje se realizará por personal especializado. Una vez preparada la zanja y apoyo donde va a ir alojado el tubo, éste se baja al fondo de la zanja con los medios adecuados al diámetro, peso y longitud de la tubería, evitando que reciba golpes durante el descenso. Se usarán cintas de caucho, eslingas recubiertas de goma, o cualquier otro procedimiento de elevación que evite daños en la superficie de la tubería. Se prohíbe el arrastre, la rodadura, la suspensión elevándolos por un extremo, y la descarga por lanzamiento.

Los tubos se colocarán, siempre que sea posible, en sentido ascendente, desde la cota más baja hasta la cota más alta, con la alineación y pendiente señalada en los Planos comprobando la inclinación de los tubos uno a uno, con un nivel ordinario de burbuja, lo que servirá para evitar puntos altos innecesarios en el trazado. Se tendrá cuidado de que no entre ni tierra ni agua en los tubos durante su colocación, si entrara alguno de estos materiales se retirarán antes de seguir con la colocación de más tubos, siendo los gastos a cuenta del Contratista.

Se deberá prestar atención a la realización del apoyo o base del tubo, para evitar problemas a largo plazo.

El enchufe de los tubos debe hacerse con medios que no dañen las boquillas. Deben respetarse siempre las tolerancias de enchufe y ángulo de deflexión admisible facilitado por el fabricante, debiendo además comprobarse la limpieza de las boquillas.

Además, el enchufe de los tubos debe hacerse siempre "recto" y, si fuera necesario, girar posteriormente el tubo para conseguir el ángulo de deflexión. Para un enchufe correcto,

se debe asegurar una buena alineación de los tubos según su eje, tanto en sentido horizontal como en vertical.

La goma de la junta ha de colocarse adecuadamente, igualando las tensiones en la goma, una vez colocada ésta y antes de enchufar el tubo. Una tensión desigual de la goma puede hacer que quede pillada y provocar fugas en el futuro.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua mediante los correspondientes desagües en la zona de excavación, y si fuera necesario se agotará el agua con bomba, tanto si la junta es soldada como si es elástica.

Cuando las pendientes de la zanja sean superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente, y se tomarán las debidas precauciones para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se taponarán los extremos libres, para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, y al reanudar el trabajo se examinará con todo cuidado el interior de la tubería, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Cuando pueda producirse la flotación de algún tramo de la conducción, como podría suceder en el caso de que los tubos montados tengan ya sus juntas estancas y esté la zanja abierta y en vaguada, sin desagües por sus puntos bajos, se tomarán las medidas necesarias para evitar la posible flotación.

Una vez colocado el tubo en su sitio y tratadas las juntas, se procederá a una revisión visual detenida para observar cualquier defecto de colocación, juntas o pendiente. Se observará con especial cuidado que el tubo descansa en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar su flexión. Una vez realizadas estas comprobaciones se procederá a rellenar la zanja en dos fases.

Se debe ir recubriendo la tubería, con la condición de dejar vistas las juntas, a medida que se va efectuando el montaje.

En general, no se deben de colocar más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, con el fin de evitar la posible flotación de la tubería.

En el relleno de la zanja se distinguen dos zonas, la baja (1ª fase), compuesta por un relleno de gravas y arenas sueltas, y la zona alta (2ª fase), que corresponde al resto del relleno de la zanja hasta sus bordes superiores.

En la zona baja el relleno debe ser de material no plástico, granular y sin materia orgánica, colocándose en capas de pequeño espesor, compactadas mecánicamente, al 95% del Próctor Normal.

En la zona alta de la zanja, el relleno se realizará con los materiales indicados según plano para el tipo de zanja en la que se vaya a colocar la tubería. Colocándose en tongadas horizontales compactadas mecánicamente.

El material de relleno, tanto para la zona alta como para la baja, puede ser, en general, procedente de la excavación de la zanja a menos que no pueda ser usado para conformar el material especificado en planos. En estos casos los materiales de relleno deben obtenerse de préstamos autorizados.

Debe de prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrán de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Si por cualquier causa algún tubo quedase mal colocado, deberá removerse incluso el relleno de apoyo, iniciando el proceso desde esta operación.

Las zanjas se mantendrán libres de agua, adoptando los procedimientos de achique o desagüe que se consideren más oportunos.

Los cambios de alineación y rasante de los tubos o piezas especiales que están sometidos a acciones que puedan originar movimientos perjudiciales, se anclarán de acuerdo con las disposiciones definidas en el Proyecto.

Se recomienda no absorber estas acciones mediante el empuje pasivo del terreno, a no ser que se tengan garantías suficientes de su actuación. Según la importancia y dirección de estos empujes, los anclajes o sujeciones serán de hormigón en masa u hormigón armado.

Los apoyos, salvo prescripción expresa en contrario, deberán ser colocados de forma tal que las juntas de los tubos y piezas especiales sean accesibles para su montaje.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas que se utilicen para anclaje de la tubería, deberán ser sometidas a tratamiento contra la oxidación, por ejemplo, pintándolas adecuadamente o embebiéndolas en hormigón. Para estas sujeciones a anclajes se prohíbe terminantemente el empleo de cuñas que pueden desplazarse.

Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes, o puedan producirse deslizamientos, se efectuarán los anclajes precisos de las tuberías mediante hormigón armado, abrazaderas metálicas o bloques de hormigón suficientemente cimentados en terreno firme.

El llenado de la tubería para su puesta en servicio se realizará desde la cota más baja, con todas las válvulas y ventosas abiertas para permitir la evacuación del aire.

#### **2.13.4 Transporte y recepción en obra de los tubos**

Antes de la recepción en obra, el fabricante/distribuidor deberá presentar el certificado de producto del material.

El ritmo de suministro se establecerá de acuerdo a las necesidades de material establecidas en la programación de la obra.

La carga y la descarga se realizarán de modo que la tubería no sufra golpes, ni raspaduras. Los tubos se acondicionarán en los camiones apoyados en cunas adecuadas para inmovilizarlos. Además, se evitará el contacto directo entre ellos y se intercalarán elementos amortiguadores. Se fijarán debidamente a la plataforma para evitar su movimiento durante el transporte.

Cada entrega irá acompañada de un albarán donde se indique el número y tipo de tuberías, manguitos, juntas y piezas especiales que componen el suministro. Se inspeccionarán uno a uno todos los elementos que componen el suministro, haciendo constar por escrito las incidencias que se observen.

La descarga se realizará de manera que no deslice ningún tubo sobre los otros, depositándolo sin brusquedades y sin que ruede sobre el suelo, quedando en el acopio apoyado en toda su longitud. Cuando la descarga se realice por medios mecánicos, tendrán protegidos con goma los elementos de suspensión que vayan a estar en contacto con la tubería. El empleo de cables requerirá, asimismo, el uso de una protección que impida también el contacto directo con la tubería.

Se procurará que el movimiento de los tubos, una vez descargados, sea mínimo, por lo que se aconseja realizar la descarga en el lugar más cercano posible al punto de colocación.

El transporte de los tubos en el interior de la obra se realizará de manera que no sufran movimientos en la caja del camión, empleando cuñas de materiales adecuados como la madera, y extremando las precauciones en su manipulación hasta su emplazamiento definitivo. El tubo no sobresaldrá en ningún caso más de 0,5 m del camión que realiza el transporte.

### **2.13.5 Almacenamiento**

Conviene reducir al máximo el período de almacenamiento para preservar a los revestimientos de la intemperie y se evitará en todo momento la exposición prolongada al sol, tapando la tubería acopiada mediante materiales adecuados que eviten el contacto de la tubería con la luz solar.

Se realizará en lugares protegidos de impactos, de los rayos solares y bien ventilados. Se apilarán horizontal y paralelamente en superficies planas, se gualdrapearán los abocardados por capas o se situarán en un mismo lado. Se separará cada capa mediante separadores. La altura de la pila será  $\leq 1,5$  m.

Los lugares de acopio se establecerán de manera que los desplazamientos de la tubería dentro de la obra sean lo más reducidos posibles, reuniendo las siguientes condiciones:

- Estar nivelado.
- Estar exento de objetos duros y cortantes.
- La altura de la pila no debe exceder de 1,50 m.
- Asegurar la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.

Cuando los tubos vengan encopados de fábrica, el apilado se realizará alternando las copas con los extremos machos.

Los elementos o piezas especiales más pequeños y delicados se almacenarán en algún lugar convenientemente protegido que permita su adecuada ordenación y clasificación. Las gomas y los elementos plásticos se protegerán de la luz.

Los acopios en el fondo de la zanja sólo deberán realizarse cuando la estabilidad de la excavación sea elevada y el tiempo transcurrido hasta la instalación sea inferior a 24 horas.

### **2.13.6 Suministro**

Se realizará con los tubos agrupados en paquetes, protegidos de golpes y de los rayos solares, con los siguientes datos en el paquete o el albarán:

- Denominación del producto
- Identificación del lote de fabricación
- Nombre del fabricante o razón social
- Domicilio del fabricante
- Número RGS
- La inscripción "PARA USO ALIMENTARIO"

### **2.13.7 Condiciones de las uniones**

#### **2.13.7.1 Junta elástica**

Cuando se empleen tuberías con junta elástica se comprobará que su tipo y clase se corresponden con el del tubo al que van unidos. Estarán perfectamente limpias las ranuras de su interior, al igual que las gomas, que irán exactamente colocadas en el lugar correspondiente.

Se limpiarán las superficies a unir, quitando las rebabas, marcando en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración. Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos a unir evitando que el extremo macho se introduzca en ángulo oblicuo, empujando este extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

### **2.13.8 Pruebas en las tuberías**

Serán preceptivas las dos pruebas siguientes en la tubería instalada:

- Prueba de presión interior
- Prueba de estanqueidad

Estas pruebas se realizarán siguiendo lo especificado en el Apartado 11 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

Las tuberías deberán admitir una carga de trabajo en condiciones normales de servicio, igual a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) de la presión nominal.

Asimismo, deberán soportar las sobrepresiones de corta duración debidas a causas incidentales, como, por ejemplo, el golpe de ariete, siempre que no sobrepasen la presión nominal.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, que debe tener una precisión no inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$ . La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

#### **2.13.8.1 Realización de las pruebas**

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de la presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere

0,1 N/mm<sup>2</sup> por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua.

Esta presión debe mantenerse en dicho valor durante una hora para lograr los objetivos. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a 0,02 N/mm<sup>2</sup> para tubos de PVC.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Donde:

$\Delta V_{\max}$  Pérdida admisible, en litros

V Volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p$  Caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm<sup>2</sup>, cuyos valores son:  
0,02 N/mm<sup>2</sup> para tubos de PVC

$E_w$  Módulo de compresibilidad del agua, en N/mm<sup>2</sup>

E Módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm<sup>2</sup>

ID Diámetro interior del tubo, en mm

e Espesor nominal del tubo, en mm

1,2 Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de compresibilidad del agua ( $E_w$ ) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

$E_w$  2,1 x 10<sup>3</sup> N/mm<sup>2</sup>

E: (PVC) 3.600 N/mm<sup>2</sup> (corto plazo); 1.750 (largo plazo)

Cuando, durante la realización de esta etapa, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repassando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

### **2.13.9 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por metro lineal (ml) realmente instalado, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como, codos en los cambios de dirección, los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

### **2.13.10 Normativa de obligado cumplimiento**

- UNE-EN 17176: 2019.
- UNE-EN 681-1: 1996.
- UNE-CEN/TS 17176-3: 2022 EX.
- RD 1086/2020.
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

## **2.14.- TUBOS RANURADOS DE PVC PARA DRENAJE**

### 2.14.1 Definición

Tubos ranurados de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), son los que disponen de perforaciones u orificios uniformemente distribuidos en su superficie, usados en el drenaje de suelos.

Además de las prescripciones contenidas en el presente pliego, los tubos de P.V.C. cumplirán según su destino, las establecidas en la normativa oficial vigente y en particular:

- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las conducciones de saneamiento de poblaciones".

Según el diámetro exterior de los tubos, éstos pueden ser corrugados y lisos hasta un diámetro inferior o igual a 160 mm y de superficie exterior nervada e interior lisa para diámetros superiores a 200 mm.

### 2.14.2 Características

#### 2.14.2.1 Características geométricas

En el cuadro 1 se establecen los diámetros interiores, diámetros exteriores, espesor de pared, longitud mínima de embocadura y tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos lisos circulares.

En el cuadro 2 se establecen los diámetros interior y exterior y sus tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos corrugados circulares.

<b>CUADRO NUM. 1</b>						
<b>Medida Nominal</b>	<b>Diámetro Exterior (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>	<b>Diámetro Interior Mínimo (mm)</b>	<b>Longitud Mínima de Embocadura (mm)</b>
40	40	+ 0,3	1,0	+ 0,5	37	60

50	50	+ 0,3	1,0	+ 0,5	47	75
63	63	+ 0,4	1,3	+ 0,6	59	90
75	75	+ 0,4	1,5	+ 0,7	71	105
90	90	+ 0,5	1,8	+ 0,8	85	115
110	110	+ 0,6	1,9	+ 0,8	105	120
125	125	+ 0,7	2,0	+ 0,8	119	125
140	140	+ 0,8	2,3	+ 0,9	134	125
160	160	+ 0,8	2,5	+ 1,0	153	125

<b>CUADRO NUM. 2</b>				
<b>TUBOS CORRUGADOS RANURADOS DE PVC</b>				
<b>Medida Nominal</b>	<b>Diámetro Exterior (mm)</b>	<b>Tolerancia mm</b>	<b>Diámetro Interior (mm)</b>	<b>Tolerancia (mm)</b>
40	40,5	- 1,5	38,5	+ 2,0
50	50,5	- 1,5	44,0	+ 2,0
65	65,5	- 1,5	58,0	+ 2,0
80	80,5	- 1,5	71,5	+ 2,0
100	100,5	- 1,5	91,0	+ 2,0
125	126,0	- 2,0	115,0	+ 2,5
160	160,0	- 2,0	148,5	+ 2,0
200	200,0	- 2,0	182,0	+ 2,5

La longitud de los tubos lisos se establecerá por acuerdo con el fabricante, con una tolerancia de diez milímetros, en más o en menos ( $\pm 10$  mm). Usualmente se suministrarán en longitudes de cinco metros (5 m), incluida la embocadura. Los tubos corrugados circulares se suministrarán en rollos de hasta trescientos metros (300 m) debiendo verificar la siguiente relación entre el diámetro exterior del tubo y del rodillo.

<b>Diámetro exterior (mm)</b>	<b>Diámetro del rollo mínimo (mm)</b>
40	500
50	500

65	500
80	600
100	700
125	750
160 a 200	1.000

### 2.14.2.2 Perforaciones

Los tubos dispondrán de orificios para la entrada de agua distribuidos uniformemente en, al menos cinco (5) hileras a lo largo de la circunferencia del tubo. Los orificios carecerán de residuos de material, rebabas o cualquier otro defecto que dificulte la entrada de agua o el flujo a través del tubo.

La superficie total de orificios por metro de tubo será tal que se verifique la condición siguiente:

<b>Medida nominal</b>	<b>Superficie total de orificios por metro Mínima (cm<sup>2</sup>/m)</b>
40	6
50	8
Entre 50 y 200 inclusive	10
Mayor de 200	100

Para el ancho de los orificios se tomará la medida del eje menor. Se distinguen los siguientes anchos:

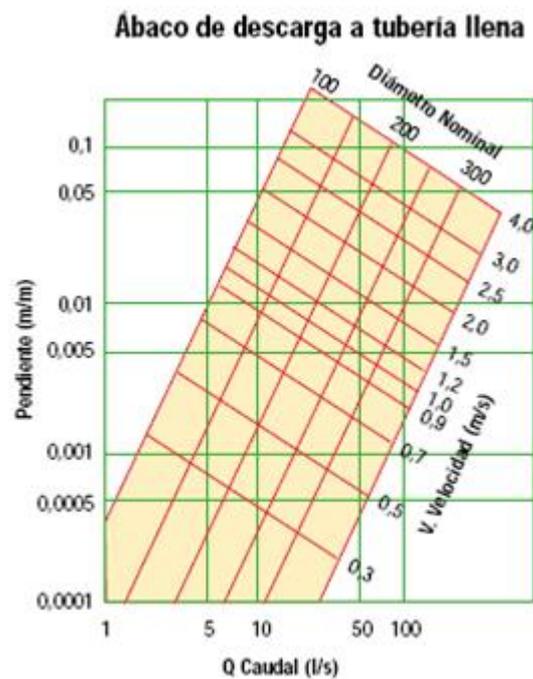
<b>Ancho</b>	<b>Medida (mm)</b>
Estrecho	0,8 ± 0,2
Medio	1,2 ± 0,2

Ancho

$1,7 \pm 0,3$

### 2.14.2.3 Caudales y velocidades a sección llena

En el siguiente ábaco se representan los caudales y velocidades a sección llena y parcialmente llena de la tubería ranurada de PVC.



### 2.14.2.4 Juntas

Las juntas podrán realizarse con manguitos del mismo material que el tubo, por enchufe cuando los tubos estén provistos de embocadura o por otro procedimiento que garantice su perfecto funcionamiento.

Las tolerancias sobre las dimensiones de los elementos que forman la junta serán fijadas y garantizadas por el fabricante, debiendo figurar éstas en los catálogos.

### 2.14.3 Control de recepción

### **2.14.3.1 Materiales de tubos**

El material básico para la fabricación de los tubos de P.V.C. será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura, es decir con menos del 1% de sustancias extrañas. Al material básico no se le podrá añadir ninguna sustancia plastificante.

Se podrá incluir otros ingredientes o aditivos en una proporción tal que, en su conjunto, no supere el cuatro por ciento (4%) del material que constituye la pared del tubo acabado. Estos ingredientes o aditivos pueden ser lubricantes, estabilizadores, modificadores de las propiedades finales del producto y colorantes.

El fabricante de los tubos establecerá las condiciones técnicas de la resina de policloruro de vinilo de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características a corto plazo y a largo plazo (50 años) que se exigen en este pliego. En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Peso específico aparente.
- Granulometría.
- Porosidad el grano.
- Índice de viscosidad.
- Colabilidad.
- Color.
- Contenido máximo de monómero libre.
- Humedad.

Estas características se determinarán de acuerdo con las normas UNE correspondientes o, en su defecto, con las normas ISO.

El material que forma la pared del tubo tendrá las características que a continuación se expresan con la indicación del método de ensayo para su determinación en el siguiente cuadro:

<p style="text-align: center;"><b>TUBOS DE PVC. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO</b></p>
---

Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad	1,35 a 1,46 (Kg/dm <sup>3</sup> )	UNE-EN ISO 1183-1:2019	De la pared del tubo
Coefficiente de dilatación térmica	(60 a 80)	UNE 53126:2014	En probeta obtenida del tubo
Temperatura de reblandecimiento VICAT mínima	79 °C	UNE-EN ISO 306:2023	Bajo peso de 5 kg
Módulo de elasticidad lineal a 20°C, mínimo	28.000 Kp/cm <sup>2</sup>	Del diagrama tensión - deformación del ensayo a tracción.	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple mínima	500 kp/cm <sup>2</sup>	UNE-EN 1452:2010	Se tomará el menor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80 %	UNE-EN 1452:2010	Se tomará el menor de las 5 probetas
Absorción de agua, máxima	40 g/m <sup>2</sup>	UNE-EN 1452:2010	En prueba a presión hidráulica interior
Opacidad máxima	0,2 %	UNE-EN ISO 13468-1:2020	

### 2.14.3.2 Resistencia a corto plazo

Se tomará una muestra de (200 ± 5) milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de 3 x D Kilopondios (siendo D, el diámetro exterior en centímetros), durante diez minutos (10 min) a una temperatura de (23 ± 2) grados centígrados.

La máxima deformación admisible será del veinte por ciento (20%) respecto del diámetro primitivo.

Este ensayo se realizará con dos muestras.

### **2.14.3.3 Resistencia a largo plazo**

Se tomará una muestra de  $(200 \pm 5)$  milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de doce kilopondios (12 Kp) durante un mínimo de siete días (7), a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados.

La relación entre el movimiento vertical de la placa y el diámetro interior del tubo expresado en centímetros, será como máximo de 4 décimas (0,4).

### **2.14.3.4 Resistencia al impacto**

Realizado el ensayo de impacto según la norma DIN 1187:1982-11, se admitirá el fallo o rotura de como máximo una muestra entre veinte (20). Si más de una muestra se rompiese, el ensayo se realizará sobre otras cuarenta muestras de forma que sobre el total de sesenta muestras se admitirá un máximo de siete (7) fallos.

### **2.14.3.5 Resistencia a la tracción en tubos corrugados**

La resistencia a la tracción se ensayará con probetas de  $(700 \pm 2)$  milímetros de longitud a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  grados centígrados. La probeta se fijará por ambos lados en unos casquillos cónicos de cien milímetros (100 mm) de longitud, colgándose el tubo y soportando el peso de veinticinco kilopondios (25 Kp) que actúan sobre la placa de impacto que se cuelga del extremo inferior.

No se admitirán más del cinco por ciento (5%) de roturas.

El fabricante especificará y garantizará los valores de las características geométricas, incluidas las mecánicas, que se fijan en los apartados anteriores.

### 2.14.3.6

### Tubos ranurados de PVC para drenaje

Con los productos acabados se realizarán ensayos y pruebas de las dos siguientes clases:

- a) Ensayos para verificar las características declaradas por el fabricante.
- b) Pruebas de recepción del producto.

Los ensayos y pruebas de la clase a) serán realizados por cuenta del fabricante y consistirán en la comprobación del aspecto, dimensiones y perforaciones, y en la verificación de las características reseñadas en el anterior apartado de este artículo.

Tendrán carácter obligatorio las pruebas de recepción siguientes:

a)	Examen visual del aspecto exterior de los tubos y accesorios.
b)	Comprobación de dimensiones y espesores de los tubos y accesorios.
c)	Comprobación de las perforaciones.
d)	Pruebas de resistencia a corto y largo plazo.
e)	Prueba de resistencia al impacto.
f)	Prueba de resistencia a la tracción en tubos corrugados.

La Dirección Facultativa, siempre que lo considere oportuno, podrá ordenar la realización de pruebas opcionales con independencia de las que son obligatorias.

### 2.14.3.7

### Recepción y almacenamiento en obra

Cada partida o entrega del material irá acompañada de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen. Deberá hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director de la Obras.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción den fábrica, serán rechazadas.

El Director de las obras, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos serán a cargo de la Administración; en caso contrario, corresponderán al Contratista que deberá además reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el Director de Obra. De no realizarlo el Contratista, lo hará la Administración a costa de aquél.

Deberá tenerse en cuenta que la resistencia al impacto de los tubos de PVC disminuye de forma acusada a temperaturas inferiores a cero grados centígrados. No obstante, pueden ser manejadas y acopiadas satisfactoriamente sí las operaciones se realizan con cuidado

#### **2.14.3.8 Criterios de aceptación o rechazo**

Clasificado el material por lotes de 200 unidades o fracción, las pruebas se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas en este pliego, así como las pruebas fijadas para cada tipo de tubo y las dimensiones y tolerancias definidas en este pliego, serán rechazados. Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del Contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada y el poner a su costa los tubos o piezas que pueden sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en la tubería instalada.

#### **2.14.4 Unidad y criterios de medición**

Se medirá y abonará por metros lineales de longitud necesaria suministrada e instalada en la obra, medida según las especificaciones de la D.F.

Este criterio incluye las pérdidas de material por recortes y los empalmes que se hayan efectuado, así como, codos en los cambios de dirección, los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la tubería instalada.

#### **2.14.5 Normativa de obligado cumplimiento**

- UNE-EN 17176: 2019.
- UNE-EN 681-2: 2001.
- UNE-CEN/TS 17176-3: 2022 EX.
- UNE 53994:2020.
- RD 1086/2020.
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

### **2.15.- TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL**

#### **2.15.1 Definición**

Los tubos de fundición dúctil unidos mediante junta flexible (la disposición más habitual) se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y su clase de presión (C). Si los tubos de fundición se unen mediante bridas, entonces se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y su presión nominal (PN).

La tubería de fundición dúctil deberá cumplir la norma UNE-EN 545:2011 en todos sus apartados:

- Espesor de los tubos.
- Marcaje.
- Elaboración de la fundición.
- Calidad de los tubos.
- Tolerancia de juntas.
- Tolerancias de espesor.
- Longitudes de fabricación y tolerancias de longitud.

- Tolerancias de rectitud.
- Tolerancias sobre masas.
- Ensayos de tracción-probetas, método y resultado.
- Ensayo de dureza Brinell.
- Prueba hidráulica a 60 Kg/cm<sup>2</sup> durante 15 seg.
- Prueba neumática bajo agua a 5 Kg/cm<sup>2</sup> - 2 minutos.

La boca o enchufe de los tubos tendrá las dimensiones y formas que permita la utilización de la junta express completa (elastómero, tornillos y contrabrida), y la junta automática flexible.

En las superficies de contacto con la junta, tanto en el asiento para ella, como en el extremo liso, no se tolerará ninguno de los siguientes defectos:

- a) Excentricidad del diámetro del asiento de junta.
- b) Ovalidad del diámetro del asiento de junta.
- c) Poros o huecos mayores de 2 mm. de diámetro.
- d) Falta de material del filete parte interior del asiento de junta.
- e) Poros de diámetro menor de 2 mm. cuya separación entre ellos sea menor de 3 cm. o que éstos estén en número mayor de 3.

## **2.15.2 Características constructivas**

### **2.15.2.1 Características de la tubería**

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 545:2011 Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

Las tuberías de fundición dúctil serán aptas para transporte de agua tratada (potable) o regenerada.

Las características mecánicas mínimas exigidas en los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil son las siguientes:

<b>Resistencia mínima a la tracción (Rm)</b>	<b>Alargamiento mínimo a la rotura (A)</b>		<b>Dureza Brinell (HBW)</b>
<b>TUBOS</b>	<b>TUBOS</b>		<b>TUBOS</b>
<b>DN 40 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 1.000</b>	<b>DN 1.100 a 2.000</b>	<b>DN 40 a 2.000</b>
420 MPa	10 %	5 %	≤ 230

Los tubos han de poder ser cortados, taladrados y mecanizados con facilidad. El material no ha de presentar poros, solapamientos, burbujas, grietas, ni ningún otro defecto que pueda perjudicar su resistencia, continuidad y buen aspecto. Su fractura tiene que ser de grano fino y homogéneo. Deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales.

### **2.15.2.2 Revestimientos**

Todos los tubos deben ser revestidos internamente con una capa de mortero de cemento, aplicada por vibro-centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE-EN 545:2011.

El agua utilizada para el mortero debe cumplir la Directiva 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano y el Decreto R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro (Artículo 44).

El cemento utilizado para el mortero debe ser uno de los indicados en la norma UNE-EN 197-1:2011, con marcado CE.

La arena utilizada para el mortero debe ser conforme a la norma UNE-EN 13139:2003.

Antes de aplicar el revestimiento, la superficie metálica debe estar libre de material no adherente y de aceite o de grasa.

Los espesores de la capa de mortero, sus tolerancias y las fisuras máximas permitidas una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor (mm)		Anchura de fisura (mm)
	Valor nominal	Tolerancia	
40-300	4	-1,5	0,4
350-600	5	-2,0	0,5
700-1.200	6	-2,5	0,6
1.200-2.000	9	3,0	0,8

La resistencia a compresión del mortero de cemento tras 28 días de fraguado no debe ser inferior a 50 MPa. Con el revestimiento interno especificado en este apartado, la tubería será capaz de transportar también agua regenerada, sin producir daños mecánicos y químicos en el tubo.

Los tubos se recubrirán externamente en dos capas:

- a) Una primera capa con una de las siguientes opciones:
  - Cinc metálico: metalización por arco eléctrico de hilo de cinc de 99,99% de pureza. La cantidad mínima depositada debe ser, como mínimo de 200 g/m<sup>2</sup>.
  - Aleación cinc aluminio: metalización por arco eléctrico de aleación cinc-aluminio en proporción 85% - 15%, respectivamente, y a partir de un hilo único de aleación. La cantidad mínima depositada debe ser como mínimo 400 g/m<sup>2</sup>.
- b) Una segunda de acabado de producto bituminoso o de resina sintética compatible con el cinc: pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 mm y de espesor mínimo local no inferior a 50 µm.

Antes de la aplicación del cinc la superficie de los tubos estará seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior debe ser tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección, por ejemplo, proporcionando un secado en estufa.

La capa de acabado recubrirá uniformemente la totalidad de la capa de cinc o cinc-aluminio y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

### 2.15.2.3 Dimensiones

Para las tuberías y racores se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011. El fabricante especificará al menos el diámetro exterior, interior, tolerancias y dimensiones de la campana.

Longitudes de tubos con enchufe y caña

DN (mm)	LONGITUD (m)
40 y 50	3
60 a 600	5 o 5,5 o 6
700 y 800	5,5 o 6 o 7
900 a 1.400	5,5 o 6 o 7 o 8,15
1.500 a 2.000	8,15

Diámetros de tubos con enchufe y caña. El espesor (e) y su tolerancia (T) normal de los tubos será calculado en función de su diámetro nominal, por la fórmula:

$$e = K (0,5 + 0,001 \cdot DN) \quad T = -(1,3 + 0,001 \cdot DN)$$

Siendo e el espesor normal de la pared en mm., DN el diámetro nominal en mm., K un coeficiente que toma el valor 9 en este caso, y T la tolerancia en menos.

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011:

<b>DN (mm)</b>	<b>Clase</b>	<b>DE (mm)</b>	<b>e (mm)</b>
40	C40	56	3,00
50	C40	66	3,00
60	C40	77	3,00
65	C40	82	3,00
80	C40	98	3,00
100	C40	118	3,00
125	C40	144	3,00
150	C40	170	3,00
200	C40	222	3,1
250	C40	274	3,9
300	C40	326	4,6
350	C30	378	4,7
400	C30	429	4,8
450	C30	480	5,1
500	C30	532	5,6
600	C30	635	6,7
700	C25	738	6,8
800	C25	842	7,5
900	C25	945	8,4
1.000	C25	1.048	9,3
1.100	C25	1.152	10,2
1.200	C25	1.255	11,1
1.400	C25	1.465	12,9
1.500	C25	1.565	13,9
1.600	C25	1.668	14,8
1.800	C25	1.875	16,6
2.000	C25	2.082	18,4

e: espesor mínimo de pared.

DE: diámetro exterior.

Las desviaciones límite admisibles en el diámetro exterior de los tubos (DE) con enchufe y caña serán las indicadas en la tabla siguiente:

<b>DN (mm)</b>	<b>Clase</b>	<b>DE (mm)</b>	<b>Tolerancia DE (mm)</b>
40	C40	56	+1/-1,2
50	C40	66	+1/-1,2
60	C40	77	+1/-1,2
65	C40	82	+1/-1,2
80	C40	98	+1/-2,7
100	C40	118	+1/-2,8
125	C40	144	+1/-2,8
150	C40	170	+1/-2,9
200	C40	222	+1/-3,0
250	C40	274	+1/-3,1
300	C40	326	+1/-3,3
350	C30	378	+1/-3,4
400	C30	429	+1/-3,5
450	C30	480	+1/-3,6
500	C30	532	+1/-3,8
600	C30	635	+1/-4,0
700	C25	738	+1/-4,3
800	C25	842	+1/-4,5
900	C25	945	+1/-4,8
1.000	C25	1.048	+1/-5,0
1.100	C25	1.152	+1/-6,0
1.200	C25	1.255	+1/-5,8
1.400	C25	1.465	+1/-6,6
1.500	C25	1.565	+1/-7,0
1.600	C25	1.668	+1/-7,4
1.800	C25	1.875	+1/-8,2
2.000	C25	2.082	+1/-9,0

Los valores de diámetro exterior DE y sus tolerancias se aplican a los extremos lisos de tubos y racores.

El Promotor podrá exigir sin sobrecoste el suministro por cada diámetro de un 5% de tubos de ajuste (sobre el número total de tubos de cada diámetro) adecuados para corte en obra, permitiendo el montaje de la unión sobre una distancia de, al menos, dos tercios de la longitud del tubo medida desde el extremo liso. Estos tubos deberán marcarse.

La ovalidad del extremo liso de los tubos y racores debe:

- Permanecer dentro de las tolerancias del diámetro exterior DE de la tabla anterior para  $DN \leq 200$  mm.
- No sobrepasar el 1% para DN 250 a DN 600 o el 2% para  $DN > 600$  mm.

Los tubos deberán ser rectos, con una desviación máxima de 0,125% de su longitud. La flecha máxima en mm. según ISO-2531 de 1,25 veces la longitud en metros.

#### 2.15.2.4 Presiones

En las siguientes tablas se muestran las clases de presiones para las tuberías, racores y accesorios, definidos en el presente Pliego. Tubos con enchufe y caña. Clases preferentes de presión:

DN (mm)	Clase	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
40 - 300	C40	40	48	53
350 - 600	C30	30	36	41
700 - 2000	C25	25	30	35

Tubos y racores con unión a bridas:

DN	PN 10			PN 16			PN 25		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	bar			bar			bar		
40 - 50	Ver PN 40			Ver PN 40			Ver PN 40		
60 - 80	Ver PN 16			16	20	25	Ver PN 40		

100 - 150	Ver PN 16			16	20	25	25	30	35
200 - 2000	10	12	17	16	20	25	25	30	35

Las clases de presión para los racores unidos por enchufe serán las indicadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

Se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan impedir la utilización de todo el rango de presiones sobre una canalización instalada, según indica la norma UNE-EN 545:2011.

#### **2.15.2.5 Cargas de cálculo y tensiones admisibles**

Las tuberías deberán ser calculadas de acuerdo con la Orden de 22 de agosto de 1963 del Ministerio de Obras Públicas.

En todos los casos la resistencia mínima a la tracción en el tubo de fundición dúctil será de 42 Kg/mm<sup>2</sup> y el alargamiento mínimo a la rotura será del 10%.

En el cálculo de los tubos se considerarán todas las solicitaciones que puedan tener lugar tanto en la fabricación como en el transporte, puesta en obra, y en las pruebas y posterior funcionamiento en servicio.

#### **2.15.2.6 Marcado**

Todos los elementos de la tubería llevarán las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Identificación de fundición dúctil.
- Marca de fábrica.
- Diámetro interior en mm.
- Presión de Proyecto en atmósfera.
- Clase de presión.
- Marca de identificación de orden, edad o serie que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.
- Marca de localización que permita identificar la situación de los tubos en el terreno en relación con los planos y datos facilitados por el Contratista.

- Marca de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

#### **2.15.2.7 Tubos con bridas y racores**

Las dimensiones de los siguientes componentes: tubos con bridas, racores para uniones con enchufe y racores para uniones con brida, serán las indicadas en los apartados 8.2, 8.3 y 8.4 de la norma UNE-EN 545:2011.

Las desviaciones límite del espesor de la pared nominal de los racores serán las siguientes:

- Para espesor nominal de la pared de fundición  $\leq 7$  mm: -2,3 mm
- Para espesor nominal de la pared de fundición  $> 7$  mm:  $-(2,3+0,001 \times DN)$  mm

#### **2.15.3 Pruebas en fábrica y control de fabricación**

El suministro de los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería será controlado por la Dirección de las Obras durante el período de su fabricación, por lo que se nombrará un agente delegado que podrá asistir durante este período a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose también dimensiones y pesos.

El Promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

Independientemente de dichas pruebas, la Dirección de las Obras, se reserva el derecho de realizar en fábrica por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este Pliego.

El Contratista avisará a la Dirección de las Obras con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación del suministro y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

Del resultado de los ensayos se levantará un acta firmada por el representante de la Dirección de las Obras y Contratista.

El representante de la Dirección de las Obras, en caso de no asistir a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuarán, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas:

a) En el proceso de fabricación propiamente dicho:

A la salida del horno de tratamiento:

- Control de la toma de anillos de muestras y su contrastado.
- Control del estado de la superficie y aspecto general del tubo, rectitud, no ovalidad, etc.

Pruebas de presión:

- Verificación constante de los tiempos, presiones y resultados de las pruebas de resistencia y estanqueidad.

Al salir a la mesilla del fin de proceso:

- Verificación de enchufes, superficies de junta, colas de tubo e interior de los mismos.
- Nueva inspección del estado de la superficie.
- Una verificación del espesor y diámetro exterior máximo en uno de cada cinco tubos.
- Referenciado de cada tubo aceptado, con la referencia tubo y orden, pintados sobre el frente del enchufe.
- Marcado con contraseñado imborrable, de los rechazados.

a.1) Control mecánico y análisis metalográfico

Del último tubo y de la contrabrida de cada lote de 50 fabricados, se extraerá un anillo para la obtención de probetas de tracción.

Las probetas para ensayos mecánicos tendrán una parte cilíndrica, cuyo diámetro será de 3,56 mm. y la longitud de 17,8 mm. y sacada de la generatriz del tubo. De dicha probeta se comprobará la resistencia a tracción, alargamiento, límite elástico, dureza y análisis metalográfico, que de no cumplir los valores indicados en la UNE-EN 545:2007 se extraerán otras dos probetas del mismo anillo. Si alguna de estas dos probetas no cumpliera con los valores indicados, quedará rechazado el lote de 50 tubos.

#### a.2) Control dimensional

Sobre cada tubo y en las contrabridas se realizará un control de dimensiones del enchufe del extremo del tubo y de toda la parte lisa, aceptándose los que cumplen las tolerancias de la Norma NF-A-48802, así como su rectitud y las máximas tolerancias admisibles serán las que indica la UNE-EN 545:2011, siendo rechazado el tubo que no la cumpla.

#### a.3) Inspección visual

Se comprobará sobre cada tubo y en las contrabridas la ausencia de poros, huecos u otras imperfecciones que dificulten el uso para el que ha sido solicitado, especialmente en el enchufe una vez realizado el mecanizado del asiento para la junta y en el extremo liso después del esmerilado del mismo, por lo que se rechazará el tubo que tenga alguno de los defectos señalados en el apartado de Características Técnicas.

#### a.4) Prueba hidráulica y neumática

Todos los tubos deberán soportar, sin fugas ni roturas una prueba hidráulica y neumática, según lo señalado en este Pliego.

#### b) En el laboratorio

- Control de la preparación de probetas y verificación del contratado.  
Control dimensional de las mismas según cotas de croquis adjunto.
- Pruebas de rotura, límite elástico, alargamiento y dureza.

- Contraste de los resultados de los análisis metalográficos. Estos se efectúan intercalados en el control de la fabricación para evitar el dar por buenos tubos con estructuras matrices y nodulización no aceptable, aunque superen el resto de pruebas y controles.
- Comprobación esporádica de los análisis químicos de colada C, Si, S, Mn.

c) En el proceso de pintado

- Comprobación del referenciado de los tubos del lado de carga de la máquina, antes del pintado.
- Comprobación del acebado de pintura.
- Pintado del anagrama de inspección.

Sobre los tornillos se han efectuado las operaciones ya descritas.

d) En taller de pruebas

Una vez comenzada la producción de los tubos, se ensayará hidrostáticamente a una presión de 2,0 veces la Presión de Proyecto, una unidad de cada producción semanal y como mínimo uno de cada lote de cien tubos. La elección de estos tubos de ensayo será realizada por la Dirección de las Obras, manteniéndose la presión de prueba tres minutos como mínimo. Si el tubo mostrara fisuración a una pérdida de agua, será rechazado, y todos los tubos producidos durante esa semana o en ese lote serán probados hidrostáticamente. Todos los tubos que hayan sufrido la prueba hidrostática serán marcados con la marca de ensayo.

Serán seleccionados dos tubos de cada clase, escogidos dentro del primer 20 por ciento (20%) de la producción y del último 20 por ciento (20%) respectivamente, para ser probados hidrostáticamente hasta su rotura, que deberá ser como mínimo 3,5 veces la Presión de Proyecto. Dichos tubos serán sometidos a una presión creciente continua con incrementos máximos de 2 Kg/cm<sup>2</sup> por segundo, hasta llegar a la rotura. Se tomará nota de las presiones causantes del agrietamiento inicial, de la primera grieta de 0,25 mm. y de la rotura. Se entiende por "agrietamiento inicial" el momento en que aparezca en la superficie de fundición la primera grieta observable de 0,025 mm. de anchura y 30 cm. de longitud. Se

entiende por rotura, pérdida de agua. En caso de pérdida de agua a presiones inferiores a 3,5 veces de Presión de Proyecto se efectuarán ensayos a rotura sobre otros diez tubos de la misma clase que el defectuoso. Si estos ensayos no fueran cien por cien satisfactorios, se considerará que la producción total de los tubos de esta clase es rechazable y la Dirección de las Obras tomará las medidas que considere más oportunas.

### **2.15.3.1 Generalidades sobre los materiales**

Todos los elementos que entran en la composición de los suministros y obras procederán de talleres o fábricas notoriamente conocidos, aceptados por la Dirección de las Obras.

### **2.15.3.2 Generalidades sobre la fabricación de tubos**

Los tubos deben fabricarse en instalaciones especialmente preparadas, con los procedimientos que se estimen más convenientes por el Contratista. Sin embargo, deberá informarse a la Dirección de las Obras sobre utillaje y procedimientos a emplear, así como de las principales modificaciones que se pretenden introducir en el curso de los trabajos.

La Dirección de las Obras podrá rechazar el procedimiento de fabricación que a su juicio no es adecuado para cumplir las condiciones que se exigen a los tubos dentro de las tolerancias que se fijen; pero la aceptación del procedimiento no exime de responsabilidad al Contratista en los resultados de los tubos fabricados.

Los tubos se fabricarán por centrifugación, por vertido en moldes verticales y vibración, por combinación de ambos métodos o por cualquier otro adecuado que sea aceptable a juicio de la Dirección de las Obras.

Cuando la fundición de los tubos se vierta en moldes verticales u horizontales, debe efectuarse el vertido en forma relativamente continua para evitar interrupciones largas o frecuentes.

Cuando se use el método de centrifugación debe colocarse la suficiente cantidad de colada en los moldes durante la operación de carga, de forma que asegure en la tubería el espesor de pared previsto y con un mínimo de variaciones en el espesor y en los diámetros en toda

la longitud de la tubería; de todas formas, las variaciones no excederán de las tolerancias permitidas. La duración y velocidad de la centrifugación debe ser la suficiente para permitir una completa distribución de la colada y producir una superficie interior lisa y compacta. Se dispondrán elementos de control suficientes para poder comprobar ambos importantes factores.

### **2.15.3.3 Tolerancias**

El diámetro interior no se apartará en ninguna sección en más del 0,75%. El promedio de los diámetros mínimos tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo.

En el espesor de la pared de los tubos no se admitirán en ningún punto variaciones superiores al 5% respecto del espesor nominal; el promedio de los espesores mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al espesor definido como teórico.

Las juntas deben ser construidas de tal forma que el máximo resalto interior en cualquier punto no sea mayor de 3,5 mm.

La longitud máxima de los tubos será aquélla que permita un fácil transporte y montaje de las tuberías y que permita la alineación y perfil dado en los Planos; la longitud de los tubos será uniforme, y no se admitirán variaciones superiores a +5% sobre la longitud nominal.

### **2.15.4 Transporte y suministro**

El transporte a obra de las tuberías se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los tubos.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de los tubos, apilándolos de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

En ningún caso y bajo ningún supuesto se permite el transporte desde la línea de producción hasta el acopio a pie de zanja de ningún tubo dentro de otro de diámetro superior (anidamiento), es decir, de forma telescópica, que pudiera dañar los revestimientos interiores / exteriores en las operaciones de anidado y desanidado.

En el momento del suministro se inspeccionarán las tuberías y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

### **2.15.5 Control de recepción**

Para la tubería y las contrabridas se efectuará según las normas UNE-EN 545:2011 y NF A-48-802, y en las proporciones indicadas a continuación, según el caso; para los tornillos, se efectuará un control dimensional y prueba en fábrica de 315 unidades sobre lote de 25.000 o menos, aceptándose el lote si la rotura se produce en un máximo de 5, y rechazándose si supera dicha cantidad.

De no poder asistir al proceso de fabricación por causas ajenas al fabricante, la inspección realizará posteriormente los siguientes muestreos y ensayos que deben cumplir la norma UNE-EN 545:2011, y con la misma exigencia que los controles de proceso de fabricación, siendo rechazado el lote si alguna de las piezas ensayadas no cumple las características técnicas solicitadas.

- Control mecánico y análisis metalográfico: Sobre dos de las piezas fabricadas por cada lote de 100.
- Control dimensional e inspección visual: Sobre 10 de las piezas fabricadas por cada lote de 100.
- Prueba hidráulica y neumática: Sobre 5 de las piezas fabricadas por cada lote de 100.

De no poder asistir al proceso de fabricación por causas imputables al fabricante (avisar con menor antelación a la establecida) o por ser material en stock, la inspección realizará los siguientes muestreos y ensayos de acuerdo con las exigencias de la Norma citada y los controles de fabricación, siendo rechazado el lote si alguna de las piezas ensayadas no cumple las características técnicas solicitadas.

- Control mecánico y análisis metalográfico: Sobre 5 de las piezas fabricadas, por cada lote de 100.
- Control dimensional e inspección visual: Sobre 20 de las piezas fabricadas, por cada lote de 100.
- Prueba hidráulica y neumática: Sobre 20 de las piezas fabricadas, por cada lote de 100.

### **2.15.6 Certificados de fabricación y calidad**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 545:2011 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE EN ISO 9001:2015 y estará certificado por organismo autorizado o administración competente. Deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001:2015: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001:2015), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 545:2011.

El Contratista efectuará entrega con cada partida de material suministrado, de una fotocopia de los correspondientes certificados de fabricación y calidad del material, en el que constarán los resultados de los ensayos realizados en el proceso de fabricación (metalográficos, mecánicos, dureza hidráulica, neumática, etc.) para la tubería y accesorios de fundición, especificando que cumplen la norma UNE-EN 545:2011. Así mismo, para los elastómeros, el Contratista se responsabilizará de su calidad y acompañará certificado de fabricación, en el que consten los resultados de los ensayos comparativamente con las exigencias que cumplen las Normas UNE.

### **2.15.7 Juntas**

El diseño de las juntas, sus dimensiones y las tolerancias de las mismas, será fijado a propuesta del proveedor y debe ser sometido de modo imperativo a la aprobación de la Dirección de las Obras.

Se admitirá cualquier tipo de junta autocentrante (junta automática flexible o Express) que permita un sencillo montaje y desmontaje, y, además, que respondan a requisitos exigidos de impermeabilidad e inalterabilidad en el tiempo, que asegure la continuidad entre los diversos elementos de la tubería, sin que por otra parte transmita esfuerzos perjudiciales a los elementos contiguos.

La terminación en fábrica de la superficie de los tubos o manguitos en la cual deban colocarse los anillos de goma deberá ser perfectamente lisa, de forma que resulten libres de asperezas o excentricidades que impidan a la junta realizar la misión encomendada.

La parte metálica de las juntas debe resultar completamente protegida contra los ataques exteriores, corrientes eléctricas, descargas, etc., exactamente igual que lo sean los tubos contiguos.

La junta debe ser, en cualquier caso, ejecutada de tal forma que, cuando los tubos se extiendan en zanjas, la tubería constituya una conducción continua, impermeable al agua, con superficie interior lisa y uniforme, permitiendo ligeros movimientos de los tubos debidos a contracciones, asentamientos, etc. La goma u otro material impermeabilizante aceptado por la Dirección de las Obras, debe ser el único elemento de la junta encargado de la impermeabilidad, de modo que en las pruebas que se efectúen este elemento resista perfectamente la presión hidráulica interior, sin la colocación de los manguitos de hormigón o metálicos que sirven para dar rigidez a la tubería.

#### **2.15.8 Gomas para juntas**

La goma para las juntas deberá ser homogénea, absolutamente exenta de trozos de goma recuperada y tener una densidad no inferior a 0,95 Kg/dm<sup>3</sup>. o superior a 1,1 Kg/dm<sup>3</sup>. El contenido de goma en bruto de calidad elegida (crepp o Smoked tipo RMA IX) no deberá ser inferior al 75% en volumen.

Deberá estar totalmente exenta de cobre, antimonio, mercurio, manganeso, plomo y óxidos metálicos, excepto el óxido de cinc; tampoco contendrá extractos acetónicos en cantidad superior al 3,5%.

El azufre libre y combinado no superará el 2%. Las cenizas serán inferiores al 10% en peso, las escorias estarán compuestas, exclusivamente, de óxido de cinc y negro de humo de la mejor calidad; estarán exentas de sílice, magnesio y aluminio.

El extracto clorofórmico no deberá ser superior al 2%, y el extracto en potasa alcohólica y la carga no deberán sobrepasar el 25%.

Aparte de los antienviejecedores, las cargas deberán estar compuestas de óxido de cinc puro, de negro de humo puro también, siendo tolerado de un modo impalpable el carbonato cálcico.

Las piezas de goma deberán tratarse con antienviejecedores cuya composición no permita que se enmohezca su superficie o se alteren sus características físicas o químicas después de una permanencia durante cuatro meses en el almacén en condiciones normales de conservación.

Para las condiciones de agua potable, las sustancias que pudieran alterar las propiedades organolépticas del agua no serán admitidas en la composición de la goma.

#### **2.15.8.1 Características y pruebas**

Por cada lote de 50 juntas se hará:

- La prueba de dureza se efectuará con durómetro Shore, a la temperatura 20° C + 5% y con arreglo a normas aprobadas, y deberá dar dureza de 50 + 3%, según UNE-EN ISO 868:2003.
- El alargamiento a la rotura no será inferior al 425% efectuando con arreglo a las normas aprobadas, y según UNE-ISO 37:2013.
- La carga de rotura referida a la sección inicial no será inferior a 1.500 g/mm<sup>2</sup>. según la UNE-ISO 37:2013.

- A efectos de deformación remanente, una junta o parte de ella será sometida entre dos moldes rígidos veinticuatro horas a 20° C y comprimida hasta alcanzar el 50% de la dimensión original. Sacada del molde deberá, en diez minutos, alcanzar la dimensión primitiva, con una tolerancia del 10% y en una hora con el 5%.

Para apreciar la resistencia al calor y al envejecimiento, la prueba de deformación permanente se repetirá cinco veces, manteniendo la junta comprimida veinticuatro horas en la estufa a 70° C en ambiente seco. La deformación residual, medida al sacar la junta del molde, deberá ser menor del 15% de la dimensión original y deberá alcanzar en una hora la dimensión primitiva con el 10% de tolerancia. Efectuadas las pruebas de dureza, alargamiento y carga a la rotura sobre juntas sometidas setenta y dos horas a 78° C en estufa con ambiente seco y después veinticuatro horas en ambiente normal, se obtendrán los mismos resultados sobre las juntas indicadas en los apartados anteriores con tolerancias inferiores al 10%.

#### **2.15.8.2                    Temperatura**

La temperatura de almacenamiento deberá ser inferior a 25° C. Los focos de calor de los almacenes deberán ajustarse de manera que la temperatura del artículo almacenado no sea superior a 25° C. Los efectos de las bajas temperaturas no son perfectamente nocivos para los artículos elastoméricos, pero éstos pueden hacerse más rígidos si están almacenados a bajas temperaturas y por ello se tendrá cuidado de no distorsionarlos durante su manejo a dichas temperaturas. Cuando se retiran los artículos almacenados a bajas temperaturas para emplearlos inmediatamente, su temperatura deberá elevarse aproximadamente a 30° C antes de ponerlos en servicio.

#### **2.15.8.3                    Humedad**

Se deberá evitar la humedad; las condiciones de almacenamiento deberán ser tales que no se produzca condensación.

#### **2.15.8.4                    Luz**

Los elastómeros deberán protegerse de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de los ultravioletas. Si los

artículos no están envasados en contenedores opacos, se recomienda recubrir todas las ventanas del almacén con un revestimiento o pantalla roja u opaca.

#### **2.15.8.5 Oxígeno y ozono**

Cuando sea posible deberán protegerse los elastómeros del aire de circulación, envolviéndolos, almacenándolos en contenedores herméticos o en otros medios apropiados.

Debido a que el ozono es especialmente nocivo, los almacenes no deberán tener equipos capaces de generar ozono, por ejemplo, lámparas fluorescentes o de vapor de mercurio, equipo de alta tensión, motores eléctricos u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas.

También deben eliminarse gases de combustión o vapores orgánicos, ya que ellos pueden producir ozono por vía fotoquímica.

#### **2.15.8.6 Deformación**

Siempre que sea posible deberán almacenarse los elastómeros libres de esfuerzos de tracción, compresión o de cualquier otro tipo. Si es imposible evitar la deformación, ésta deberá reducirse al mínimo, ya que ella puede producir una deterioración y una deformación permanente.

Cuando se envasan los artículos libres de esfuerzos, ellos deberán almacenarse en su envase original. Cuando se suministra el material en rollos deberá cortarse, si es posible, la cinta de retención de forma que se liberen los esfuerzos.

#### **2.15.8.7 Contactos con líquidos, semisólidos y sus vapores**

Los elastómeros no deben estar en ningún momento de su almacenamiento, en contacto con materiales líquidos o semisólidos, especialmente disolventes, compuestos volátiles, aceites y grasas, a menos que ellos sean embalados de esta manera por el fabricante.

#### **2.15.8.8 Contactos con metales**

Se evitará almacenarlos en contacto con el cobre y manganeso, y se protegerán envolviéndolos o interponiendo una capa de papel o polietileno. No deben emplearse las películas plastificadas como envoltura.

#### **2.15.8.9                    Contacto con materiales pulverulentos**

La mayoría de los materiales pulverulentos más corrientes son talco, creta y mica. Todo material pulverulento no debe contener ningún constituyente que tenga un efecto nocivo sobre los elastómeros.

#### **2.15.8.10                  Contacto con otros elastómeros**

Debe evitarse poner en contacto elastómeros de composiciones diversas. Esto es especialmente aplicable a los elastómeros de colores diferentes.

#### **2.15.8.11                  Elastómeros unidos a metales**

El metal no deberá entrar en contacto con otro elastómero diferente al que está unido, y cualquier protección que sobre el mismo se realice deberá ser tal que no afecte nocivamente ni al elastómero ni al elemento de unión.

#### **2.15.8.12                  Contenedores y material envoltorio**

El material de los contenedores, así como el empleado para envolver o cubrir los elastómeros deberá estar libre de sustancias nocivas a los mismos, por ejemplo, naftenatos de cobre, cresota.

#### **2.15.8.13                  Limpieza**

Se deberá prestar mucha atención a la limpieza de los elastómeros. La limpieza con agua y jabón es la más inofensiva. No deben emplearse abrasivos, objetos afilados y disolventes del tipo del tricloroetileno, tetracloruro de carbono e hidrocarburos. Los artículos que se han limpiado deberán secarse a temperatura ambiente.

### **2.15.9    Sistemas de unión**

Los sistemas de unión de los tubos de fundición podrán ser alguno de los que se indican a continuación:

- a. Uniones flexibles. Pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:
- Unión de enchufe y extremo liso: obtiene la estanquidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
  - Unión mecánica: los tubos a unir también están provistos de enchufe y extremo liso, si bien, en este caso la estanquidad se logra por la compresión del anillo elastomérico mediante una contrabrida apretada con bulones que se apoyan en el collarín externo del enchufe.
  - Unión acerrojada: similar a la anterior, para los casos en los que se prevea que el tubo deba trabajar a tracción.
- b. Uniones rígidas: unión de bridas. Los dos tubos a unir estarán acabados brida. Las bridas pueden ser móviles (soldadas o roscadas) o fijas (incorporadas).

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545:2011.

Los materiales de las juntas de estanqueidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006, tipo WA.

Los componentes con uniones flexibles deben ser conformes en lo relativo a los diámetros exteriores DE sus cañas y sus desviaciones límite para garantizar la interconexión entre los distintos componentes.

#### **2.15.9.1 Tubos de junta automática flexible**

La unión de los tubos con enchufe y caña se realizará por la simple introducción de la caña en el enchufe, garantizando la estanqueidad de la junta elastomérica. Dicha junta será de densidad y dureza homogénea en todo el perfil. El tipo de elastómero de la junta será EPDM. La estanqueidad se conseguirá por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en el alojamiento del interior del enchufe.

La desviación angular admisible en la unión no debe ser inferior a:

- 3°30' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 2°30' para los diámetros DN 350 a DN 600.
- 1°30' para los diámetros DN 700 a DN 2000.

Todas las uniones deben diseñarse para permitir el movimiento axial; el fabricante debe declarar el juego axial admisible. Esto permite a la tubería instalada acomodar movimientos del terreno y/o efectos térmicos sin incurrir en esfuerzos adicionales.

### **2.15.9.2 Tubos de junta mecánica**

La contra-brida y los bulones serán de fundición dúctil conforme a la norma UNE-EN 545:2011. La contra-brida y los bulones estarán revestidos mediante aplicación de resina epoxi depositada por electro-deposición con espesor mínimo de 70 µm. El tipo de elastómero de la junta será EPDM.

La desviación angular admisible en la unión no debe ser inferior a:

- 3°30' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 2°30' para los diámetros DN 350 a DN 600.
- 1°30' para los diámetros DN 700 a DN 2000.

Todas las uniones deben diseñarse para permitir el movimiento axial; el fabricante debe declarar el juego axial admisible. Esto permite a la tubería instalada acomodar movimientos del terreno y/o efectos térmicos sin incurrir en esfuerzos adicionales.

### **2.15.9.3 Tubos de juntas acerrojadas**

Para instalaciones donde se requiera que la conducción trabaje a tracción, el tipo de junta para los tubos y accesorios será acerrojada. Por lo tanto, en pendientes fuertes se usará preferentemente este tipo de junta en cuantos tubos sea necesario según el cálculo; en codos se podrá utilizar sustituyendo a los macizos de anclaje de hormigón armado, siendo el Promotor el que podrá modificar este tipo de unión a su juicio. La junta estará adaptada a las condiciones de trabajo de la tubería en el punto de uso de esta junta. El sistema de junta será tal que evite macizos de anclaje en cambios de dirección y en pendientes pronunciadas. Será el fabricante el que especifique el número de juntas acerrojadas para un suelo de características estudiadas, en cada situación, y con las condiciones particulares de cada zona, que sea capaz de evitar los macizos de anclaje.

Todas las uniones acerrojadas deben diseñarse para que sean, como mínimo, semiflexibles; la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no debe ser inferior a la mitad del valor indicado para las uniones flexibles.

Todos los diseños de uniones acerrojadas deberán someterse a los ensayos de prestaciones recogidos en la norma UNE EN 545:2011. La desviación angular admisible en la unión acerrojada no debe ser inferior a:

- 1°45' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 1°15' para los diámetros DN 350 a DN 600.
- 45' para los diámetros DN 700 a DN 2000.

#### **2.15.9.4 Tubos de uniones embridadas**

Cuando las piezas lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2:1998 vigente y podrán ser fijas u orientables según sea estipulado por el contratante.

Las juntas de estanquidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1:2015 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016:2023. Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2:2023 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034:2013. Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887:2000 y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091:2000.

#### **2.15.9.5 Anillos de elastómero**

Los anillos de las juntas serán de elastómero EPDM (etileno propileno dieno tipo M) y cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006.

Las juntas serán de dureza nominal 60 o 70 IRHD, una u otra para todo el suministro y DN, siendo homogénea en todo el perfil de la junta, realizándose las medidas conforme a la norma UNE-ISO 48:2008, método M, y poseerán las siguientes características de acuerdo a la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006:

<b>Tipo:</b>	WA (agua potable fría hasta 50 °C)
<b>Dureza:</b>	60 (± 5) IRHD o 70 (± 5) IRHD
<b>Diferencia de dureza en una misma junta:</b>	<5 IRHD para ambas durezas nominales
<b>Dureza tras envejecimiento 7 días a 70°C:</b>	+8/-5 IRHD para ambas durezas nominales
<b>Resistencia mínima a la tracción:</b>	9 MPa para ambas durezas nominales
<b>Alargamiento mínimo a la rotura:</b>	300% (para 60 IRDH) y 200% (para 70 IRDH)
<b>Máxima deformación remanente tras la compresión:</b>	
<b>Durante 72 horas a 23°C</b>	12% (para 60 IRDH) y 15% (para 70 IRDH)
<b>Durante 24 horas a 70°C</b>	20 % para ambas durezas nominales

Las juntas estarán marcadas de forma visible para su identificación con los siguientes datos:

- Diámetro nominal.
- Identificación del fabricante.
- Número de la norma con el tipo de aplicación y la clase de dureza como sufijo:  
    UNE-EN 681-1:1996/A3:2006/WA/60 o UNE-EN 681-1:1996/A3:2006/WA/70.
- - Marca de certificación.
- - Trimestre y año de fabricación.
- - Abreviatura del tipo de caucho: EPDM.

Deberá garantizarse la trazabilidad de las juntas. Para ello deberá marcarse el lote al que pertenecen de forma durable o, en su defecto, si no se indica en la junta, indicarlo en la información de los suministros de la tubería.

## **2.15.10 Control de calidad**

### **2.15.10.1 Control de materiales**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001:2015.

### **2.15.10.2 Control de fabricación**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-EN 545:2011:

- Estanqueidad de uniones flexibles en todas las combinaciones posibles de tolerancias:
  - Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna positiva.
  - Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna negativa.
  - Estanqueidad de las uniones automáticas a la presión externa positiva.
  - Estanqueidad de las uniones flexibles a la presión interna cíclica o dinámica.
  - Estanquidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas.
- Estanquidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa.
- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento.

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-EN 545:2011:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos.

- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los tubos.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 545:2011 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

A petición del Promotor el fabricante deberá, sin sobrecoste alguno, aportar con el primer acopio recibido en obra 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería para poder realizar los ensayos de contraste que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Se entenderá por tipo de tubería: diámetro y clase. Los ensayos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente (UNE-EN 545:2011) en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos e intervalos de aceptación de resultados.

#### **2.15.11 Pruebas**

Las tuberías se probarán conforme a lo especificado en la norma UNE-EN 805:2000 "Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes" y/o en la prueba de presión que establezca la Dirección Facultativa. Ambas pruebas deberán ser superadas satisfactoriamente.

Las pruebas de la tubería de presión instalada en la zanja, para cuya realización el Contratista proporcionará todos los medios y personal necesario, serán las siguientes:

- Prueba de estanqueidad
- Prueba de presión interior

#### **2.15.11.1 Prueba de presión interior**

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales a presión interna por tramos de longitud fijada por la Dirección de las Obras. Como norma general, se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos metros (500) pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba.

Antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que pueden dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después, y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible, el tramo se empezará a llenar por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista de dos manómetros, los cuales serán proporcionados por la Dirección de las Obras previamente comprobados por ella.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentran bien abiertas.

Los cambios de dirección, piezas especiales, etc. deberán estar ancladas y sus fábricas fraguadas suficientemente.

La presión interior de prueba en zanja de la conducción será tal que se alcance 1,4 veces la presión máxima de trabajo.

La prueba durará treinta (30) minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a  $P/5$  siendo "P" la presión de prueba en zanja en atmósferas. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados examinando y corrigiendo las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso, algún tubo de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase lo previsto.

#### **2.15.11.2 Prueba de estanqueidad**

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse una de estanqueidad. La Dirección de las Obras podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministros por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cual pertenece el tramo en prueba con identidad de características.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado dentro de la tubería, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad, después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas (2 h.) y la pérdida en este tiempo será inferior a:

$$V = K \cdot L \cdot D$$

Siendo:

V = Pérdida total de la prueba en litros.

L = Longitud del tramo de prueba en metros.

D = Diámetro pendiente del material.

K = 0,30 (fundición dúctil)

Si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista a sus expensas reparará las juntas y tubos defectuosos; así mismo viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aun cuando el total sea inferior a la admisible. El Contratista vendrá obligado a sustituir cualquier tramo de tubería o accesorios en el que se haya observado defectos o grietas y pérdidas de agua.

#### **2.15.12 Desinfección y lavado**

Antes de ser puesta en servicio, la conducción deberá ser sometida a un lavado y a un tratamiento de depuración bacteriológica adecuados.

El agua usada para las operaciones indicadas deberá ser aprobada por la Dirección de las Obras y deberá contener los componentes necesarios para garantizar el grado de desinfección requerido.

#### **2.15.13 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE-EN 545:2011. Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN 681-1:1996/A3:2006: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

UNE-EN 1092-2:1998: Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.

UNE-EN 14901-1:2015 + A1:2021: Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo para revestimientos orgánicos de racores y accesorios de fundición dúctil. Parte 1: Revestimiento epoxi (alta resistencia).

Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano

R.D. 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

#### **2.15.14 Criterios de medición y abono**

La tubería de fundición dúctil se abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y probados, medidos sobre Planos.

En este precio se encuentran incluidos el suministro y colocación de tuberías, incluso juntas, codos y derivaciones, con sus respectivos macizos de anclajes, según las especificaciones de los Planos.

#### **2.16.- TUBOS DE PRFV**

##### **2.16.1 Definición**

Los tubos de PRFV están constituidos por distintas capas o componentes cada uno con una función específica, están formados principalmente por los siguientes tres materiales: matriz de resina de poliéster, refuerzo de fibra de vidrio y material inerte, generalmente cuarzo o sílice disecado.

Estos materiales se organizan en tres capas:

1. Capa interior o de barrera: es la capa que debe proporcionar la resistencia a posibles agentes químicos, la resistencia a la abrasión, una estanqueidad absoluta y finalmente una baja rugosidad.
2. Núcleo resistente o estructural: es la capa intermedia que aporta las características de resistencia mecánica de la tubería.
3. Capa externa: cuya finalidad es proporcionar resistencia a los agentes externos.

En el proceso de fabricación del tubo, la resina de poliéster solidifica formando enlaces químicos tridimensionales. Por ello, el PRFV es un plástico termoestable, que conserva su estabilidad dimensional en un medio caliente.

### **2.16.2 Características del material**

El material de fabricación deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Resistente al agua
- Anticorrosivo
- Ignífugo
- Tener protección frente a rayos ultravioleta

Todos los productos deberán ser fabricados con materiales de las calidades especificadas:

- Las resinas aplicadas serán Isoftálicas.
- La tornillería, herrajes y accesorios serán de acero Inoxidable AISI 316L.
- Deberá cumplir con los ensayos:
  - o De flechas y capacidad de carga UNE-EN 124-1:2015 y UNE-EN 124-5:2015.
  - o De migración global UNE-EN 1186-3:2023.

### **2.16.3 Condiciones de montaje**

Cuando se manipule una tubería de PRFV utilizar cuerdas o eslingas de nylon. No utilizar cables ni cadenas metálicas.

Por razones de seguridad se recomienda utilizar dos puntos de izado o guiar uno de los dos extremos con una cuerda de control.

Las dimensiones de la zanja deben tener en cuenta el tipo de terreno, las dimensiones de la conducción, las operaciones de montaje y compactado alrededor del tubo y la profundidad de la zanja que debe proteger a la tubería de las acciones externas. Las zanjas con profundidades superiores a 4-5 m y/o con paredes inestables deben entibarse.

El fondo de la zanja debe ser uniforme, estable y firme. En caso de fondos inestables, estos deberán estabilizarse con solera de hormigón armado o en masa.

Los tubos deben apoyar en toda su longitud sobre camas de material granular de 10-15 cm de espesor mínimo, debiendo ser éste aproximadamente  $(10+DN(\text{cm})/10)$  cm. En la zona de unión entre tubos deberá realizarse un rebaje del lecho para acomodar el sobrecancho de la unión

En el montaje de tubos hay que limpiar las zonas a unir y aplicar a continuación el lubricante recomendado por el fabricante para facilitar la operación de montaje. Cuando sea necesario desviar el tubo para la ejecución del trazado primero se unirán los tubos alineados en la zanja y después se realizará el giro del tubo una vez estén perfectamente acoplados

Cuando la base de la zanja se encuentra inundada o con nivel freático alto, se debe bajar el nivel del agua hasta 200 mm por debajo del suelo para asegurar un compactado adecuado.

Es muy importante realizar el relleno alrededor del tubo y su compactación según la normativa y pliegos, es decir, utilizando material de relleno seleccionado y compactando los laterales por tongadas hasta alcanzar los 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo. No se compactará directamente en la coronación del tubo hasta que se haya cubierto éste con una capa de relleno de al menos 30 cm de espesor.

Es necesario realizar anclajes en los puntos de la conducción con cambios de dirección, reducciones, válvulas, derivaciones, acometidas con derivación, cierres de ramal y todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

## **2.16.4 Control de recepción**

### **2.16.4.1 Productos defectuosos**

En el caso de que cualquier artículo suministrado estuviera dañado, defectuoso o estuviera fuera de especificaciones, el proveedor deberá retirarlo y reponerlo en las debidas condiciones por otro no defectuoso, sin coste adicional para la Dirección de Obra.

Si durante la vigencia del contrato se acreditase la existencia de vicios o defectos en los productos suministrados tendrá derecho la Dirección de Obra a reclamar del proveedor la reposición de los que resulten inadecuados, así como los sobrecostos originados y perjuicios económicos en los que la Dirección de Obra incurra por causa de dichos vicios o defectos.

#### **2.16.4.2 Control de calidad**

En el momento de la recepción del material deberá entregarse un documento en el que se certifique la realización y superación de las pruebas descritas a continuación:

- HDB (Base Hidrostática de Diseño). Ensayo de resistencia a largo plazo a la presión interna. Según norma UNE-EN 1447:2009 + A1:2011.
- Sb. Ensayo a largo plazo en deflexión circunferencial con entorno acuoso. Según norma UNE-EN 1227:1998.
- Sc. Ensayo a largo plazo de resistencia al ataque químico desde el interior de un segmento de tubo sometido a deflexión (para condiciones de saneamiento sin presión) según norma UNE-EN 1120:1996.
- Rigidez circunferencial específica. Ensayo a largo plazo de capacidad de rigidez. Según norma UNE-EN 1225:1996.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

A petición del Promotor el fabricante deberá, sin sobrecoste alguno, aportar con el primer acopio recibido en obra 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería para poder realizar los ensayos de contraste que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego. Se entenderá por tipo de tubería: diámetro y clase. Los ensayos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos e intervalos de aceptación de resultados.

## 2.16.5 Sistemas de unión

### 2.16.5.1 Manguito

El diseño de los maguitos deberá ser validado de acuerdo con los ensayos marcados en la norma UNE-EN 1119 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Juntas de unión para tubos y accesorios de plástico termoestable reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Métodos de ensayo de estanquidad y de resistencia al fallo de juntas flexibles y de articulación reducida.

Las tolerancias angulares para las uniones con manguitos se definen en la siguiente tabla

Diámetro Nominal (mm)	Ángulo de deflexión (°)
$\Phi \leq 500$	3
$500 \leq \Phi \leq 900$	2
$900 \leq \Phi \leq 1800$	1
$\Phi > 1800$	0,5

Para el montaje de los manguitos ha de seguirse el siguiente procedimiento:

1. Limpiar meticulosamente las juntas del manguito para asegurarse de que están libres de suciedad y aceites y aplicar una ligera capa de lubricante sobre las juntas usando un paño limpio.
2. Limpiar los extremos de los tubos a fondo para eliminar cualquier tipo de suciedad, grasa, arena, etc. Utilizando un paño limpio, aplicar una delgada capa de lubricante desde el extremo del tubo hasta la posición donde se encuentra pintada la franja negra de límite de montaje sobre el tubo. Mantener limpios los manguitos y el acoplamiento una vez lubricados. Nunca usar lubricantes derivados del petróleo.
3. Realizar en montaje con medios mecánicos, alineando los tubos a unir con el maguito y empujar para introducir el tubo en el manguito.

Esta operación debe realizarse sin brusquedades que puedan producir la expulsión de la junta de goma o su rotura. El esfuerzo necesario para el montaje puede variar en función de la cantidad de lubricante, forma del chaflán del extremo del tubo, etc. En general este esfuerzo será de entre 10 - 20 N/mm de diámetro.

Los tubos llevan una franja negra que indica la zona límite del montaje. Alinear el borde del manguito con dicha franja negra.

No montar tubos de manguitos que no hayan sido previamente lubricados. Una vez la unión ha sido realizada, puede comprobarse que la junta de goma ha quedado bien emplazada mediante una galga de punta redondeada.

### **2.16.5.2 Espiga campana**

Las tolerancias angulares para las uniones con manguitos se definen en la siguiente tabla

<b>Diámetro Nominal (mm)</b>	<b>Ángulo de deflexión (°)</b>
$\Phi \leq 500$	3
$500 \leq \Phi \leq 900$	2
$900 \leq \Phi \leq 1800$	1
$\Phi > 1800$	0,5

Para el montaje de los tubos ha de seguirse el siguiente procedimiento:

1. Limpiar las espigas de los tubos a fondo para eliminar cualquier tipo de suciedad, grasa, arena, etc. Utilizando un paño limpio, aplicar una delgada capa de lubricante a las espigas desde el extremo del tubo hasta la posición donde se encuentra pintada la franja negra de límite de montaje sobre el tubo. Repetir esta operación con la junta de goma. Mantener limpias las espigas y el acoplamiento una vez lubricados. Nunca usar lubricantes derivados del petróleo.
2. Realizar en montaje con medios mecánicos, colocando la junta en la espiga, alineando los tubos a unir y empujar para introducir el tubo en la espiga.

Esta operación debe realizarse sin brusquedades que puedan producir la expulsión de la junta de goma o su rotura. El esfuerzo necesario para el montaje puede variar en función de la cantidad de lubricante, forma del chaflán del extremo del tubo, etc. En general este esfuerzo será de entre 10 - 20 N/mm de diámetro.

Los tubos llevan una franja negra que indica la zona límite del montaje. Alinear la espiga con dicha franja negra.

No montar tubos que no hayan sido previamente lubricados. Una vez la unión ha sido realizada, puede comprobarse que la junta de goma ha quedado bien emplazada mediante una galga de punta redondeada.

### **2.16.6 Transporte y almacenamiento**

En el transporte y descarga deberá evitarse golpear los tubos. En la descarga se usarán eslingas y no ganchos mecánicos. No se permite el anillamiento de los tubos para su transporte.

Deben seguirse las indicaciones sobre el apilado de los tubos según el diámetro nominal de los mismos, y no sobrepasar nunca el número de máximo de hileras indicado. Acopiar siempre sobre maderas o palés de este material.

Los tubos deben de recibirse con un manguito montado en taller cuando este sea el tipo de unión a usar en su montaje.

### **2.16.7 Pruebas**

Serán preceptivas las dos pruebas siguientes en la tubería instalada:

- Prueba de presión interior
- Prueba de estanqueidad

Estas pruebas se realizarán siguiendo lo especificado en el Apartado 11 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

Las tuberías deberán admitir una carga de trabajo en condiciones normales de servicio, igual a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) de la presión nominal.

Asimismo, deberán soportar las sobrepresiones de corta duración debidas a causas incidentales, como, por ejemplo, el golpe de ariete, siempre que no sobrepasen la presión nominal.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, que debe tener una precisión no inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$ . La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

### **2.16.7.1 Realización de las pruebas**

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra

comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de la presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere  $0,1 \text{ N/mm}^2$  por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua.

Esta presión debe mantenerse en dicho valor durante una hora para lograr los objetivos. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$  para tubos de PVC.

Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Donde:

$\Delta V_{\max}$  Pérdida admisible, en litros

V Volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p$  Caída admisible de presión durante la prueba, en  $\text{N/mm}^2$ , cuyos valores son:  
 $0,02 \text{ N/mm}^2$  para tubos de PVC

$E_w$  Módulo de compresibilidad del agua, en  $\text{N/mm}^2$

E Módulo de elasticidad del material del tubo, en  $\text{N/mm}^2$

ID Diámetro interior del tubo, en mm

e Espesor nominal del tubo, en mm

1,2 Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de compresibilidad del agua ( $E_w$ ) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería ( $E$ ) son los siguientes:

$E_w = 2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$

$E$ : (PVC)  $3.600 \text{ N/mm}^2$  (corto plazo);  $1.750$  (largo plazo)

Cuando, durante la realización de esta etapa, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repassando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

#### **2.16.8 Normativa de obligado cumplimiento**

ISO 23856:2021: Sistemas de tubería para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).

UNE-EN 23856:2022: Sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).

#### **2.16.9 Criterios de medición y abono**

La tubería de PRFV se abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y probados, medidos sobre Planos.

En este precio se encuentran incluidos el suministro y colocación de tuberías, incluso juntas, codos y derivaciones, con sus respectivos macizos de anclajes, según las especificaciones de los Planos.

## 2.17.- TUBOS DE POLIETILENO

### 2.17.1 Definición

Se fabrican a partir de polietileno, que es un material que se obtiene del etileno mediante procesos de polimerización.

El polietileno de que están constituidas las tuberías puede ser de tres tipos diferentes, en función de su densidad:

- Polietileno de baja densidad, LDPE, PEBD o PE 32 aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad igual o menor a  $930 \text{ Kg/m}^3$ .
- Polietileno de media densidad, MDPE, PEMD o PE 50B aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad entre 931 y  $940 \text{ Kg/m}^3$ .
- Polietileno de alta densidad, HDPE, PEAD o PE 50A aquel que cumpliendo lo indicado en la norma, tiene una densidad mayor de  $940 \text{ Kg/m}^3$ .

### 2.17.2 Diámetros, espesores y presiones

Los diámetros nominales y espesores, para las distintas presiones nominales que contempla la norma, para tubos de polietileno de baja y alta tensión, se detallan en las siguientes tablas:

DIÁMETRO NOMINAL mm	ESPESORES DE LOS TUBOS (mm)			
	Pn=4 atm	Pn=6 atm	Pn=10 atm	Pn=16 atm
10	--	--	2,0	2,0
12	--	--	2,0	2,4
16	--	2,0	2,2	3,2
20	--	2,0	2,8	4,0
25	2,0	2,3	3,5	5,0
32	2,0	2,9	4,4	6,4
40	2,4	3,7	5,5	8,0
50	3,0	4,6	6,9	10,0
63	3,8	5,8	8,6	12,6
75	4,5	6,8	10,3	15,0
90	5,4	8,2	12,3	--
110	6,6	10,0	15,1	--
125	7,4	11,4	17,1	--
140	8,3	12,7	19,2	--
160	9,5	14,6	21,9	--

**"PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN LA ZONA CENTRO SUR DE FUERTEVENTURA, TT.MM. DE TUINEJE Y PÁJARA. ISLA DE FUERTEVENTURA (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA)"**

180	10,7	16,4	24,6	--
200	11,9	18,2	27,3	--
225	13,4	20,5	--	--
250	14,8	22,7	--	--
280	16,6	25,4	--	--
315	18,7	28,6	--	--
355	21,1	--	--	--
400	23,7	--	--	--
450	26,7	--	--	--
500	29,6	--	--	--
560	--	--	--	--
630	--	--	--	--
710	--	--	--	--
800	--	--	--	--

DIÁMETRO	ESPEORES DE LOS TUBOS (mm)			
	Pn=4 atm	Pn=6 atm	Pn=10 atm	Pn=16 atm
10	--	--	2,0	2,0
12	--	--	2,0	2,0
16	--	--	2,0	2,2
20	--	--	2,0	2,8
25	--	2,0	2,3	3,5
32	--	2,0	2,9	4,4
40	2,0	2,4	3,7	5,5
50	2,0	3,0	4,6	6,9
63	2,4	3,8	5,8	8,6
75	2,9	4,5	6,8	10,3
90	3,5	5,4	8,2	--
110	4,2	6,6	10,0	--
125	4,8	7,4	11,4	--
140	5,4	8,3	12,7	--
160	6,2	9,5	14,6	--
180	6,9	10,7	16,4	--
200	7,7	11,9	18,2	--
225	8,6	13,4	20,5	--
250	9,6	14,8	22,7	--
280	10,7	16,6	25,4	--
315	12,1	18,7	28,6	--
355	13,6	21,1	32,3	--
400	15,3	23,7	36,4	--
450	17,2	26,7	41,0	--
500	19,1	29,6	45,5	--
560	21,4	33,2	--	--
630	24,1	37,4	--	--
710	27,2	42,0	--	--
800	30,6	47,4	--	--

### 2.17.3 Condiciones del proceso de ejecución

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Replanteo de la conducción.
- Colocación de los tubos y accesorios en su posición definitiva.
- Ejecución de todas las uniones necesarias.
- Limpieza de la conducción.

La descarga y manipulación de los tubos se hará de forma que no sufran golpes. Cada vez que se interrumpa el montaje, se tapan los extremos abiertos.

El tendido del tubo se hará desenrollándolo tangencialmente y haciéndolo rodar verticalmente sobre el terreno. El extremo liso del tubo se limpiará y lubricará con un lubricante autorizado por el fabricante de los tubos, antes de hacer la conexión.

Al cortar un tubo, es preciso hacerlo perpendicularmente al eje y eliminar las rebabas. En caso de aplicarse un accesorio de compresión hay que achaflanar la arista exterior. Para realizar la unión de los tubos no se forzarán ni deformarán sus extremos.

Se utilizará un equipo de soldadura que garantice la alineación de los tubos y la aplicación de la presión adecuada para hacer la unión. El extremo del tubo se achaflanará.

La unión entre los tubos y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

Una vez terminada la instalación se limpiará interiormente haciendo pasar agua para arrastrar residuos.

Si la tubería es para abastecimiento de agua, se procederá a un tratamiento de depuración bacteriológica después de limpiarla.

Antes de bajar los tubos a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarlos, rechazando los que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de los tubos se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto.

En caso contrario se avisará a la D.F. El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar los tubos.

Si la tubería tiene una pendiente  $> 10\%$ , la colocación de los tubos se realizará en sentido ascendente. De no ser posible, habrá que fijarla provisionalmente para evitar el deslizamiento de los tubos.

Las tuberías y las zanjas se mantendrán libres de agua, achicando con bomba o dejando desagües en la excavación.

No se montarán tramos de más de 100 m de largo sin hacer un relleno parcial de la zanja dejando las juntas descubiertas. Este relleno cumplirá las especificaciones técnicas del relleno de la zanja. No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la D.F.

Una vez situada la tubería en la zanja, parcialmente rellena excepto en las uniones, se realizarán las pruebas de presión interior y de estanqueidad según la normativa vigente.

#### **2.17.4 Control de recepción**

El control de calidad se llevará a cabo de acuerdo con los criterios fijados en las normas UNE-EN 12201:2012 + A1:2020 y UNE-EN 12201-3:2012 + A1:2013.

Se realizarán los ensayos y comprobaciones indicadas en las citadas Normas, cumpliéndose en todo momento las exigencias de las mismas.

La Dirección de obra podrá exigir, en todo momento, los resultados de todos los ensayos que estime oportunos para garantizar la calidad de los distintos componentes, con objeto de proceder a la recepción o rechazo de los tubos y demás accesorios.

##### **2.17.4.1 Marcado de los tubos**

Respecto a la designación y marcado las normas UNE, indican que los tubos de PE deben ir marcados como mínimo cada metro con los siguientes datos:

- Marca comercial
- Referencia al material

- Diámetro nominal
- Espesor nominal
- Presión nominal
- Año de fabricación
- Referencia a la norma

En caso de tener marca de calidad será incluida ésta y el sello de conformidad a las normas UNE.

### **2.17.5 Pruebas de las tuberías**

Serán preceptivas las dos pruebas siguientes en la tubería instalada:

- Prueba de presión interior
- Prueba de estanqueidad

Estas pruebas se realizarán siguiendo lo especificado en el Apartado 11 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

Las tuberías deberán admitir una carga de trabajo en condiciones normales de servicio, igual a la mitad ( $\frac{1}{2}$ ) de la presión nominal.

Asimismo, deberán soportar las sobrepresiones de corta duración debidas a causas incidentales, como, por ejemplo, el golpe de ariete, siempre que no sobrepasen la presión nominal.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, que debe tener una precisión no inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$ . La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

En cualquier caso, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos. En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

#### **2.17.5.1 Realización de las pruebas**

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de la presión de prueba, de forma que el incremento de presión no supere  $0,1 \text{ N/mm}^2$  por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua.

Esta presión debe mantenerse en dicho valor durante una hora para lograr los objetivos. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a  $0,02 \text{ N/mm}^2$  para tubos de PVC.

Durante este período de tiempo no debe haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E} \right)$$

Donde:

$\Delta V_{\max}$  Pérdida admisible, en litros

V Volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p$  Caída admisible de presión durante la prueba, en  $\text{N/mm}^2$ , cuyos valores son:  
 $0,02 \text{ N/mm}^2$  para tubos de PVC

$E_w$  Módulo de compresibilidad del agua, en  $\text{N/mm}^2$

E Módulo de elasticidad del material del tubo, en  $\text{N/mm}^2$

ID Diámetro interior del tubo, en mm

e Espesor nominal del tubo, en mm

1,2 Factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería

El módulo de compresibilidad del agua ( $E_w$ ) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

$E_w$   $2,1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$

E: (PVC)  $3.600 \text{ N/mm}^2$  (corto plazo);  $1.750$  (largo plazo)

Cuando, durante la realización de esta etapa, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repassando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso,

algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

#### **2.17.6 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE-EN 12201-32012 + A1:2013: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE).

UNE-EN ISO 17855-1:2015. Plásticos. Materiales de polietileno (PE) para moldeo y extrusión. Partes 1 y 2.

UNE-EN ISO 1133-1:2023. Plásticos. Determinación del índice de fluidez de materiales termoplásticos en masa (MFR) y en volumen (MVR). Parte 1: Método normalizado. (ISO 1133-1:2022).

UNE 53375:2021. Plásticos. Determinación del contenido en negro de carbono en poliolefinas y sus transformados.

#### **2.17.7 Criterios de medición y abono**

La tubería de polietileno se abonará por metros lineales (ml) realmente ejecutados y probados, medidos sobre Planos.

En este precio se encuentran incluidos el suministro y colocación de tuberías, incluso juntas, codos y derivaciones, con sus respectivos macizos de anclajes, según las especificaciones de los Planos.

#### **2.18.- PIEZAS ESPECIALES DE PVC-O**

### **2.18.1 Condiciones generales**

La pieza quedará a la rasante prevista y con la pendiente definida para cada tramo. Quedarán centradas y alineadas dentro de la zanja.

La pieza quedará protegida de los efectos de cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

La resistencia a la presión interior será la misma que para el resto del material, debiendo cumplir las condiciones establecidas anteriormente para las conducciones.

Se rechazarán las que presenten ángulos y salientes evitables, que puedan ser causa de innecesarias pérdidas de carga, perfil interior liso que compaginará las condiciones de resistencia mecánica con el buen diseño hidráulico, obteniendo los cambios de sección y dirección en la forma menos desfavorable, acompañándose esta circunstancia de un buen pulimento en la superficie interior.

Una vez instalada la pieza, y antes del relleno de la zanja, quedarán realizadas satisfactoriamente las pruebas de presión interior y de estanqueidad en los tramos que especifique la Dirección Facultativa.

Si existieran fugas apreciables durante la prueba de estanqueidad, el contratista corregirá los defectos y procederá de nuevo a hacer la prueba.

### **2.18.2 Condiciones del proceso de ejecución**

Antes de bajar las piezas a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarla, rechazando las que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de las piezas se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la Dirección Facultativa.

La descarga y manipulación de las piezas se hará de forma que no sufran golpes. El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar las piezas.

Durante el proceso de colocación no se producirán desperfectos en la superficie de las piezas. Se recomienda la suspensión de las piezas por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. En caso de interrumpirse la colocación se volverán a colocar en su lugar de acopio.

Cuando se reemprendan los trabajos se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de las piezas.

Colocadas las piezas dentro de la zanja, se comprobará que su interior esté libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento de estas (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

La unión entre las piezas y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

### **2.18.3 Características técnicas**

#### **2.18.3.1 Características del material**

Las características técnicas de la materia prima, de las piezas de PVC-O, sus diámetros nominales, sus tolerancias dimensionales, etc., estarán en todo momento conforme a las prescripciones fijadas en los diferentes apartados de la Norma UNE- ISO 16422:2015.

Los materiales básicos que constituirán las piezas de PVC-O son los siguientes:

- Resina/polvo de Poli (cloruro de Vinilo) técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) de acuerdo a los términos expresados en la norma UNE-ISO 16422:2015 o UNE-EN ISO 1452-1:2010.

- Aditivos, tales como lubricantes, estabilizadores, colorantes o modificaciones de las propiedades finales, que mejoren la calidad del producto. No deben añadirse sustancias plastificantes.

Los materiales que constituyan las piezas, una vez transformados, no deberán modificar sus características, ni ser solubles en el agua, ni darle sabor ni olor, ni debe afectar negativamente a la calidad del agua potable, debido a posibles usos agropecuarios.

Las características físicas del material que constituye la pared de las piezas en el momento de su recepción en obra serán las de la norma UNE-ISO 16422:2015 o UNE-EN ISO 1452-1:2010.

### **2.18.3.2 Aspecto superficial**

Los racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la norma UNE-ISO 16422: 2015.

### **2.18.3.3 Marcado**

Todos los racores deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de PVC-O.
- Identificación del fabricante.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-ISO 16422: 2015
- Clase de presión.
- Marcas de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

De los accesorios:

Todos los accesorios deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de PVC-O.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-ISO 16422: 2015.
- PFA para manguitos y abrazaderas.

#### **2.18.4 Anclajes de las piezas especiales de fundición dúctil**

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que, sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua, u otras acciones, experimenten esfuerzos cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción, deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del Proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad al deslizamiento. Para calcularlo se tendrá en cuenta, tanto la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, como la superficie vertical de apoyo en uno de los parámetros de aquella, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será el máximo incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo  $P_t$ . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido que dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental. Estas acciones se mayorarán con un coeficiente de seguridad de 2.

## **2.18.5 Plan de aseguramiento de la calidad**

### **2.18.5.1 Generalidades**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-ISO 16422: 2015 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001: 2015 vigente y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-ISO 16422: 2015.

### **2.18.5.2 Control de materiales**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001: 2015.

### **2.18.5.3 Control de fabricación**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-ISO 16422: 2015:

- Estanqueidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas.
- Estanqueidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa.
- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento.

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-ISO 16422: 2015:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos.
- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los racores: se deben ensayar todos los racores antes de la aplicación de su revestimiento interior. Los bancos de ensayo deben estar provistos de un manómetro industrial con certificado de calibración y verificación vigente y con un límite de error de  $\pm 3\%$ .
- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-ISO 16422: 2015 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de las piezas.

El Promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún

impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

#### **2.18.5.4 Gestión ambiental en la fabricación**

El proceso de fabricación de los racores y accesorios de fundición dúctil deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001: 2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001: 2015), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

#### **2.18.5.5 Transporte a obra**

El transporte a obra de los racores y accesorios se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los racores.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de las piezas, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

#### **2.18.6 Suministro**

En el momento del suministro se inspeccionarán los racores y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

#### **2.18.7 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE-ISO 16422: 2015: Tubos y uniones de poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC-O) para conducción de agua a presión. Especificaciones.

#### **2.18.8 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por unidad (ud) instalada, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, listas para funcionar.

Este criterio incluye los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la pieza instalada.

## **2.19.- PIEZAS ESPECIALES DE FDC**

### **2.19.1 Condiciones generales**

La pieza quedará a la rasante prevista y con la pendiente definida para cada tramo. Quedarán centradas y alineadas dentro de la zanja.

La pieza quedará protegida de los efectos de cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

La resistencia a la presión interior será la misma que para el resto del material, debiendo cumplir las condiciones establecidas anteriormente para las conducciones.

Se rechazarán las que presenten ángulos y salientes evitables, que puedan ser causa de innecesarias pérdidas de carga, perfil interior liso que compaginará las condiciones de resistencia mecánica con el buen diseño hidráulico, obteniendo los cambios de sección y dirección en la forma menos desfavorable, acompañándose esta circunstancia de un buen pulimento en la superficie interior.

Una vez instalada la pieza, y antes del relleno de la zanja, quedarán realizadas satisfactoriamente las pruebas de presión interior y de estanqueidad en los tramos que especifique la Dirección Facultativa.

Si existieran fugas apreciables durante la prueba de estanqueidad, el contratista corregirá los defectos y procederá de nuevo a hacer la prueba.

### **2.19.2 Condiciones del proceso de ejecución**

Antes de bajar las piezas a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarla, rechazando las que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de las piezas se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la Dirección Facultativa.

La descarga y manipulación de las piezas se hará de forma que no sufran golpes. El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar las piezas.

Durante el proceso de colocación no se producirán desperfectos en la superficie de las piezas. Se recomienda la suspensión de las piezas por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. En caso de interrumpirse la colocación se volverán a colocar en su lugar de acopio.

Cuando se reemprendan los trabajos se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de las piezas.

Colocadas las piezas dentro de la zanja, se comprobará que su interior esté libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento de estas (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

La unión entre las piezas y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

### **2.19.3 Características técnicas**

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 545: 2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

### 2.19.3.1 Características del material

Las características mecánicas mínimas exigidas en los racores y accesorios de fundición dúctil son las siguientes:

Resistencia mínima a la tracción (Rm)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)		Dureza Brinell (HBW)	
	RACORES	ACCESORIOS	RACORES	ACCESORIOS
DN 40 a 2.000	DN 40 a 2.000	DN 40 a 2.000	DN 40 a 2.000	DN 40 a 2.000
420 MPa	10 %	5 %	≤ 230	≤ 250

Estas características deben ser sistemáticamente comprobadas durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma UNE-EN 545: 2011.

El material no ha de presentar poros, solapamientos, burbujas, grietas, ni ningún otro defecto que pueda perjudicar su resistencia, continuidad y buen aspecto. Su fractura tiene que ser de grano fino y homogéneo.

### 2.19.3.2 Aspecto superficial

Los racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 545: 2011.

### 2.19.3.3 Marcado

Todos los racores deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de fundición dúctil.
- Identificación del fabricante.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.

- Referencia a la norma UNE-EN 545: 2011.
- Clase de presión.
- Marcas de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

De los accesorios:

Todos los accesorios deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de fundición dúctil.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN 545: 2011.
- PFA para manguitos y abrazaderas.

#### **2.19.3.4 Recubrimiento de racores y accesorios**

Todos los racores y accesorios se recubrirán interiormente y exteriormente con revestimiento de barniz epoxi azul según la norma UNE-EN 14901-1: 2015 + A1: 2021, depositado por electro-deposición, previo granallado y tratamiento químico de fosfatado al cinc, de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70  $\mu\text{m}$  y el espesor mínimo local no sea inferior a 50  $\mu\text{m}$ . (Ver D.1.2, pág. 85, UNE-EN 545: 2011).

Serán también válidos otros recubrimientos especificados en los apartados 4.6 y D.1.2 de la norma UNE-EN 545: 2011.

#### **2.19.3.5 Características geométricas**

Para los racores se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545: 2011. El fabricante especificará al menos el diámetro exterior, interior y tolerancias. Los valores de diámetro exterior DE y sus tolerancias se aplican a los extremos lisos de racores.

DN (mm)	Clase	DE (mm)	Tolerancia DE (mm)
40	C40	56	+1/-1,2
50	C40	66	+1/-1,2
60	C40	77	+1/-1,2
65	C40	82	+1/-1,2
80	C40	98	+1/-2,7
100	C40	118	+1/-2,8
125	C40	144	+1/-2,8
150	C40	170	+1/-2,9
200	C40	222	+1/-3,0
250	C40	274	+1/-3,1
300	C40	326	+1/-3,3
350	C30	378	+1/-3,4
400	C30	429	+1/-3,5
450	C30	480	+1/-3,6

La ovalidad del extremo liso de los racores debe:

- Permanecer dentro de las tolerancias del diámetro exterior DE de la tabla anterior para  $DN \leq 200$  mm.
- No sobrepasar el 1% para DN 250 a DN 600 o el 2% para  $DN > 600$  mm.

### 2.19.3.6 Racores para unión

Las dimensiones de los racores para uniones con enchufe y racores para uniones con brida, serán las indicadas en los apartados 8.2, 8.3 y 8.4 de la norma UNE-EN 545: 2011.

Las desviaciones límite del espesor de la pared nominal de los racores serán las siguientes:

- Para espesor nominal de la pared de fundición  $\leq 7$  mm: -2,3 mm
- Para espesor nominal de la pared de fundición  $> 7$  mm:  $-(2,3+0,001 \times DN)$  mm

## **2.19.4 Sistemas de unión**

### **2.19.4.1 Generalidades**

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545: 2011.

### **2.19.4.2 Accesorios junta mecánica**

La contra-brida y los bulones serán de fundición dúctil conforme a la norma UNE-EN 545: 2011. La contra-brida y los bulones estarán revestidos mediante aplicación de resina epoxi depositada por electro-deposición con espesor mínimo de 70  $\mu\text{m}$ .

El tipo de elastómero de la junta será EPDM, tipo WA, conforme a la Norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006.

### **2.19.4.3 Juntas acerrojadas**

Para instalaciones donde se requiera que la conducción trabaje a tracción, el tipo de junta para los racores y accesorios será acerrojada. Por lo tanto, en pendientes fuertes se usará preferentemente este tipo de junta en cuantos elementos sea necesario según el cálculo. La junta estará adaptada a las condiciones de trabajo de la tubería en el punto de uso de esta junta. El sistema de junta será tal que evite macizos de anclaje en cambios de dirección y en pendientes pronunciadas. Será el fabricante el que especifique el número de juntas acerrojadas para un suelo de características estudiadas, en cada situación, y con las condiciones particulares de cada zona, que sea capaz de evitar los macizos de anclaje.

Todas las uniones acerrojadas deben diseñarse para que sean, como mínimo, semiflexibles; la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no debe ser inferior a la mitad del valor indicado para las uniones flexibles.

Todos los diseños de uniones acerrojadas deberán someterse a los ensayos de prestaciones recogidos en la norma UNE EN 545: 2011. La desviación angular admisible en la unión acerrojada no debe ser inferior a:

- 1°45' para los diámetros DN 40 a DN 300.
- 1°15' para los diámetros DN 350 a DN 600.

#### **2.19.4.4 Uniones embridadas**

Cuando las piezas lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2: 1998 y podrán ser fijas u orientables según sea estipulado por el contratante.

Las juntas de estanqueidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1: 2015 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016: 2023. Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2: 2023 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034: 2013.

Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887: 2000 y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091: 2000.

### 2.19.4.5 Anillos de elastómero

Los anillos de las juntas serán de elastómero EPDM (etileno propileno dieno tipo M) y cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006.

Las juntas serán de dureza nominal 60 o 70 IRHD, una u otra para todo el suministro y DN, siendo homogénea en todo el perfil de la junta, realizándose las medidas conforme a la norma UNE-ISO 48: 2008, método M, y poseerán las siguientes características de acuerdo a la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006:

Tipo:	WA (agua potable fría hasta 50 °C)
Dureza:	60 (+5) IRHD o 70 (+5) IRHD
Diferencia de dureza en una misma junta:	<5 IRHD para ambas durezas nominales
Dureza tras envejecimiento 7 días a 70 °C:	+8/-5 IRHD para ambas durezas nominales
Resistencia mínima a la tracción:	9 MPa para ambas durezas nominales
Alargamiento mínimo a la rotura	300% (para 60 IRHD) y 200% (para 70 IRHD)
Máxima deformación remanente tras la compresión:	
durante 72 horas a 23 °C	12% (para 60 IRHD) y 15% (para 70 IRHD)
durante 24 horas a 70 °C	20% para ambas durezas nominales

Las juntas estarán marcadas de forma visible para su identificación con los siguientes datos:

- Diámetro nominal.
- Identificación del fabricante.

- Número de la norma con el tipo de aplicación y la clase de dureza como sufijo:  
UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006/WA/60 o UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006/WA/70.
- Marca de certificación.
- Trimestre y año de fabricación.
- Abreviatura del tipo de caucho: EPDM.

Deberá garantizarse la trazabilidad de las juntas. Para ello deberá marcarse el lote al que pertenecen de forma durable o, en su defecto, si no se indica en la junta, indicarlo en la información de los suministros de la tubería.

### 2.19.5 Presiones

Las clases de presión para los racores unidos por enchufe serán las indicadas en la Norma UNE-EN 545: 2011.

DN	PN 10			PN 16			PN 25		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	bar			bar			bar		
40 - 50	Ver PN 40			Ver PN 40			Ver PN 40		
60 - 80	Ver PN 16			16	20	25	Ver PN 40		
100 - 150	Ver PN 16			16	20	25	25	30	35
200 - 2000	10	12	17	16	20	25	25	30	35

Se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan impedir la utilización de todo el rango de presiones sobre una canalización instalada, según indica la norma UNE-EN 545: 2011.

### 2.19.6 Anclajes de las piezas especiales de fundición dúctil

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que, sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua, u otras acciones, experimenten esfuerzos cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción, deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del Proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad al deslizamiento. Para calcularlo se tendrá en cuenta, tanto la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, como la superficie vertical de apoyo en uno de los parámetros de aquélla, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será el máximo incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo  $P_t$ . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido que dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental. Estas acciones se mayorarán con un coeficiente de seguridad de 2.

### **2.19.7 Pérdidas de carga hidráulicas**

Los revestimientos interiores de mortero de cemento centrifugado tendrán una superficie lisa y regular de coeficiente de rugosidad equivalente de valor  $K = 0,03$  mm ( $K$ , rugosidad absoluta de la fórmula de Colebrook).

### **2.19.8 Características técnicas específicas**

#### **2.19.8.1 Longitud**

Para las piezas se cumplirán las longitudes normalizadas y tolerancias de la norma ISO 2531: 2009 "Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua".

#### **2.19.8.2 Clases de presión**

Las clases de presiones para las tuberías definidas en el presente Pliego son las clases preferentes que contempla la Norma UNE-EN 545: 2011 (tabla 16 de la norma) o, excepcionalmente, si las especificaciones del proyecto así lo requirieran, serían válidas otras clases de presión que contemplan las normas UNE-EN 545: 2011 (tabla 17 de la norma) e ISO 2531: 2009.

## **2.19.9 Plan de aseguramiento de la calidad**

### **2.19.9.1 Generalidades**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 545: 2011 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001: 2015 y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 545: 2011.

### **2.19.9.2 Control de materiales**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001: 2015.

### **2.19.9.3 Control de fabricación**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-EN 545: 2011:

- Estanqueidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas.
- Estanqueidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa.

- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento.

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-EN 545: 2011:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos.
- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los racores: se deben ensayar todos los racores antes de la aplicación de su revestimiento interior. Los bancos de ensayo deben estar provistos de un manómetro industrial con certificado de calibración y verificación vigente y con un límite de error de  $\pm 3\%$ .
- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 545: 2011 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de las piezas.

El Promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

#### **2.19.9.4 Gestión ambiental en la fabricación**

El proceso de fabricación de los racores y accesorios de fundición dúctil deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001: 2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001: 2015), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

#### **2.19.9.5 Transporte a obra**

El transporte a obra de los racores y accesorios se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los racores.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de las piezas, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

#### **2.19.10 Suministro**

En el momento del suministro se inspeccionarán los racores y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

#### **2.19.11 Normativa de obligado cumplimiento**

Los racores y accesorios de fundición dúctil cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas vigentes:

- UNE-EN 545: 2011: Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006: Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanqueidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.
- UNE-EN 1092-2: 1998: Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición.
- UNE-EN 14901-1: 2015 + A1: 2021: Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo para revestimientos orgánicos de racores y accesorios de fundición dúctil. Parte 1: Revestimiento epoxi (alta resistencia).
- DIRECTIVA 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano
- R.D. 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- UNE-EN ISO 9001: 2015: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).
- UNE-EN ISO 14001: 2015: Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001: 2015).
- ISO 2531: 2009: Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua.

#### **2.19.12 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por unidad (ud) instalada, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, listas para funcionar.

Este criterio incluye los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la pieza instalada.

### **2.20.- PIEZAS ESPECIALES DE PRFV**

#### **2.20.1 Condiciones generales**

La pieza quedará a la rasante prevista y con la pendiente definida para cada tramo. Quedarán centradas y alineadas dentro de la zanja.

La pieza quedará protegida de los efectos de cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

La resistencia a la presión interior será la misma que para el resto del material, debiendo cumplir las condiciones establecidas anteriormente para las conducciones.

Se rechazarán las que presenten ángulos y salientes evitables, que puedan ser causa de innecesarias pérdidas de carga, perfil interior liso que compaginará las condiciones de resistencia mecánica con el buen diseño hidráulico, obteniendo los cambios de sección y dirección en la forma menos desfavorable, acompañándose esta circunstancia de un buen pulimento en la superficie interior.

Una vez instalada la pieza, y antes del relleno de la zanja, quedarán realizadas satisfactoriamente las pruebas de presión interior y de estanqueidad en los tramos que especifique la Dirección Facultativa.

Si existieran fugas apreciables durante la prueba de estanqueidad, el contratista corregirá los defectos y procederá de nuevo a hacer la prueba.

A todas las piezas de PRFV que tengan que ser hormigonadas, se les colocará una protección de neopreno en los extremos de las mismas de 30 cm de longitud y 2 cm de espesor distribuidos en dos capas de 1 cm. El material a emplear será neopreno de 1 cm de espesor y 1400 mm de ancho como mínimo.

### **2.20.2 Condiciones del proceso de ejecución**

Antes de bajar las piezas a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarla, rechazando las que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de las piezas se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la Dirección Facultativa.

La descarga y manipulación de las piezas se hará de forma que no sufran golpes. El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar las piezas.

Durante el proceso de colocación no se producirán desperfectos en la superficie de las piezas. Se recomienda la suspensión de las piezas por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. En caso de interrumpirse la colocación se volverán a colocar en su lugar de acopio.

Cuando se reemprendan los trabajos se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de las piezas.

Colocadas las piezas dentro de la zanja, se comprobará que su interior esté libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento de estas (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

La unión entre las piezas y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

### **2.20.3 Características técnicas**

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN ISO 23856: 2022: Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Sistemas en materiales plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).

#### **2.20.3.1 Características del material**

Todas las piezas especiales en todas sus salidas tendrán un tubo de 1,5 m que cumplirá las especificaciones del presente pliego para tubos de PRFV.

Todas las reducciones se fabricarán mediante laminados superpuestos sobre moldes. Las piezas de derivación se reforzarán con cartelas, en un número de al menos cuatro (separadas 90 grados).

Todas las reducciones estarán chorreadas con arena exteriormente, para mejorar la adherencia en el hormigonado.

Todas las piezas especiales tipo Té se fabricarán con salidas a 90°. No se permitirá la colocación en obra de piezas tipo Té con salidas en ángulos diferentes a 90°. En el caso de ser necesario un ángulo diferente, la salida será de 90° y a continuación se colocará un codo de PRFV con el ángulo necesario, unido adecuadamente con el resto de la pieza. Las piezas especiales tipo Té de ventosa tendrán la salida embreada como mínimo del mismo diámetro que la salida de la propia ventosa.

### **2.20.3.2 Aspecto superficial**

Los racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la norma UNE-EN ISO 23856: 2022.

### **2.20.3.3 Marcado**

Todos los racores deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de PRFV.
- Identificación del fabricante.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN ISO 23856: 2022.
- Clase de presión.
- Marcas de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

De los accesorios:

Todos los accesorios deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Identificación de PRFV.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN ISO 23856: 2022.
- PFA para manguitos y abrazaderas.

#### **2.20.4 Sistemas de unión**

##### **2.20.4.1 Generalidades**

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 545: 2011.

##### **2.20.4.2 Uniones embridadas**

En aquellas piezas especiales que presenten bridas, el anillo de la brida y el cuello de la misma serán fabricados por molde, de una sola vez, como una única pieza. No se podrán colocar en obra piezas especiales cuyas bridas se hayan fabricado mediante la unión del anillo de la brida y el cuello de la misma.

Cuando las piezas lleven unión con bridas, éstas serán conformes con la norma UNE-EN 1092-2: 1998 y podrán ser fijas u orientables según sea estipulado por el contratante.

Las juntas de estanqueidad de las bridas serán de EPDM de dureza nominal 70 IRHD y conformes con la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Los tornillos serán de acero cincado de calidad 8.8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-1: 2015 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4016: 2023. Las tuercas serán de acero cincado de calidad 8 conforme la norma UNE-EN ISO 898-2: 2023 y de métrica conforme a la norma UNE-EN ISO 4034: 2013.

Tanto tornillos como tuercas deberán ir provistos de arandelas de calidad 8 conforme a la norma UNE-EN ISO 887: 2000 y conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 7091: 2000.

#### **2.20.4.3 Anillos de elastómero**

Los anillos de las juntas serán de elastómero EPDM (etileno propileno dieno tipo M) y cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006.

Las juntas serán de dureza nominal 60 o 70 IRHD, una u otra para todo el suministro y DN, siendo homogénea en todo el perfil de la junta, realizándose las medidas conforme a la norma UNE-ISO 48: 2008, método M, y poseerán las siguientes características de acuerdo a la norma UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006:

Tipo:	WA (agua potable fría hasta 50 °C)
Dureza:	60 (+5) IRHD o 70 (+5) IRHD
Diferencia de dureza en una misma junta:	<5 IRHD para ambas durezas nominales
Dureza tras envejecimiento 7 días a 70 °C:	+8/-5 IRHD para ambas durezas nominales
Resistencia mínima a la tracción:	9 MPa para ambas durezas nominales

Alargamiento mínimo a la rotura	300% (para 60 IRHD) y 200% (para 70 IRHD)
Máxima deformación remanente tras la compresión:	
durante 72 horas a 23 °C	12% (para 60 IRHD) y 15% (para 70 IRHD)
durante 24 horas a 70 °C	20% para ambas durezas nominales

Las juntas estarán marcadas de forma visible para su identificación con los siguientes datos:

- Diámetro nominal.
- Identificación del fabricante.
- Número de la norma con el tipo de aplicación y la clase de dureza como sufijo:  
UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006/WA/60 o UNE-EN 681-1: 1996/A3: 2006/WA/70.
- Marca de certificación.
- Trimestre y año de fabricación.
- Abreviatura del tipo de caucho: EPDM.

Deberá garantizarse la trazabilidad de las juntas. Para ello deberá marcarse el lote al que pertenecen de forma durable o, en su defecto, si no se indica en la junta, indicarlo en la información de los suministros de la tubería.

Además de las juntas en los manguitos correspondientes, las piezas especiales de diámetro nominal menor o igual a 800 mm que tengan bridas, llevarán una junta en cada brida.

### **2.20.5 Anclajes de las piezas especiales de PRFV**

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que, sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua, u otras acciones, experimenten esfuerzos cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción, deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del Proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad al deslizamiento. Para calcularlo se tendrá en cuenta, tanto la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, como la superficie vertical de apoyo en uno de los parámetros de aquélla, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será el máximo incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo  $P_t$ . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido que dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental. Estas acciones se mayorarán con un coeficiente de seguridad de 2.

## **2.20.6 Plan de aseguramiento de la calidad**

### **2.20.6.1 Generalidades**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 23856: 2022 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001: 2015 y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 23856: 2022.

### **2.20.6.2 Control de materiales**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las

especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001: 2015.

### **2.20.6.3 Control de fabricación**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-EN 23856: 2022:

- Estanqueidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas.
- Estanqueidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa.
- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento.

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-EN 23856: 2022:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos.
- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los racores: se deben ensayar todos los racores antes de la aplicación de su revestimiento interior. Los bancos de ensayo deben estar provistos de un manómetro industrial con certificado de calibración y verificación vigente y con un límite de error de  $\pm 3\%$ .
- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 23856: 2022 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de las piezas.

El Promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

#### **2.20.6.4 Gestión ambiental en la fabricación**

El proceso de fabricación de los racores y accesorios de fundición dúctil deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001: 2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001: 2015), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

#### **2.20.6.5 Transporte a obra**

El transporte a obra de los racores y accesorios se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los racores.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de las piezas, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

## **2.20.7 Suministro**

En el momento del suministro se inspeccionarán los racores y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

## **2.20.8 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE-EN ISO 23856:2022: Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de agua, evacuación y saneamiento con y sin presión. Sistemas en materiales plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP).

Guía Técnica de tuberías de PRFV del CEDEX

## **2.20.9 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por unidad (ud) instalada, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, listas para funcionar.

Este criterio incluye los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la pieza instalada.

## **2.21.- PIEZAS ESPECIALES DE POLIETILENO**

### **2.21.1 Condiciones generales**

La pieza quedará a la rasante prevista y con la pendiente definida para cada tramo. Quedarán centradas y alineadas dentro de la zanja.

La pieza quedará protegida de los efectos de cargas exteriores, del tráfico (en su caso), inundaciones de la zanja y de las variaciones térmicas.

La resistencia a la presión interior será la misma que para el resto del material, debiendo cumplir las condiciones establecidas anteriormente para las conducciones.

Se rechazarán las que presenten ángulos y salientes evitables, que puedan ser causa de innecesarias pérdidas de carga, perfil interior liso que compaginará las condiciones de resistencia mecánica con el buen diseño hidráulico, obteniendo los cambios de sección y dirección en la forma menos desfavorable, acompañándose esta circunstancia de un buen pulimento en la superficie interior.

Una vez instalada la pieza, y antes del relleno de la zanja, quedarán realizadas satisfactoriamente las pruebas de presión interior y de estanqueidad en los tramos que especifique la Dirección Facultativa.

Si existieran fugas apreciables durante la prueba de estanqueidad, el contratista corregirá los defectos y procederá de nuevo a hacer la prueba.

#### **2.21.2 Condiciones del proceso de ejecución**

Antes de bajar las piezas a la zanja la Dirección Facultativa podrá examinarla, rechazando las que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de las piezas se comprobará que la rasante, la anchura, la profundidad y el nivel freático de la zanja corresponden a los especificados en el proyecto. En caso contrario se avisará a la Dirección Facultativa.

La descarga y manipulación de las piezas se hará de forma que no sufran golpes. El fondo de la zanja estará limpio antes de bajar las piezas.

Durante el proceso de colocación no se producirán desperfectos en la superficie de las piezas. Se recomienda la suspensión de las piezas por medio de bragas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado. En caso de interrumpirse la colocación se volverán a colocar en su lugar de acopio.

Cuando se reemprendan los trabajos se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de las piezas.

Colocadas las piezas dentro de la zanja, se comprobará que su interior esté libre de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento de estas (tierras, piedras, herramientas de trabajo, etc.).

La unión entre las piezas y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas, la impermeabilidad y la adherencia con las paredes.

No se puede proceder al relleno de la zanja sin autorización expresa de la Dirección Facultativa.

### **2.21.3 Características técnicas**

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

#### **2.21.3.1 Características del material**

Los materiales que constituyan los accesorios no deben ser solubles en el agua, ni pueden darle sabor u olor o modificar sus características.

El contenido en peso en negro del carbono de las piezas será de 2 a 2,5% y su dispersión menor de grado 3, conforme a lo especificado por la norma ISO 18553:2002. La dispersión del pigmento azul, caso de emplearse, también debe ser inferior al grado 3, esta vez conforme a la norma ISO 18553:2002.

#### **2.21.3.2 Aspecto superficial**

Los racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.

#### **2.21.3.3 Marcado**

Todos los racores deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Rigidez nominal
- Identificación de Polietileno.
- Identificación del fabricante.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.
- Clase de presión.
- Marcas de profundidad de enchufado.

Las indicaciones de diámetro nominal, identificación de fundición dúctil, identificación del fabricante, presión nominal y año de fabricación, deben ser de molde o estampadas en frío, las otras indicaciones pueden aplicarse mediante otro Sistema.

De los accesorios:

Todos los accesorios deben marcarse de forma legible y duradera, y llevar como mínimo la siguiente información:

- Diámetro nominal.
- Rigidez nominal
- Identificación de Polietileno.
- PN si tiene bridas.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.
- PFA para manguitos y abrazaderas.

#### **2.21.4 Sistemas de unión**

Las uniones, sea cual sea su tipología, deben ser conformes con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.

### **2.21.5 Anclajes de las piezas especiales de polietileno**

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que, sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua, u otras acciones, experimenten esfuerzos cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción, deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del Proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad al deslizamiento. Para calcularlo se tendrá en cuenta, tanto la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, como la superficie vertical de apoyo en uno de los parámetros de aquélla, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será el máximo incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo  $P_t$ . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido que dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental. Estas acciones se mayorarán con un coeficiente de seguridad de 2.

### **2.21.6 Plan de aseguramiento de la calidad**

#### **2.21.6.1 Generalidades**

Será necesario que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por organismo autorizado o administración competente conforme con la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013 para los diámetros, rigideces y presiones objeto del presente Pliego.

El proceso de producción estará sometido a un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001: 2015 y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

Se realizarán las pruebas y ensayos en fábrica de los racores y accesorios de fundición dúctil conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.

### **2.21.6.2 Control de materiales**

Las especificaciones de todas las materias primas y componentes de los tubos y accesorios deben documentarse. La verificación de la conformidad de las materias primas con las especificaciones debe estar de acuerdo con el apartado 7.4.3 de la norma UNE-EN ISO 9001: 2015.

### **2.21.6.3 Control de fabricación**

Será necesaria la aportación de los certificados de ensayos de prestaciones iniciales de los materiales objeto de este pliego, realizados conforme a los métodos de norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013.

- Estanqueidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas.
- Estanqueidad y resistencia mecánica de abrazaderas y collarines de toma, a presión interna positiva y a presión interna negativa.
- Resistencia a la compresión del revestimiento del mortero de cemento.

Será necesaria la aportación de los certificados que a continuación se relacionan correspondientes a los ensayos de control de producción en fábrica de los productos correspondientes a los lotes suministrados, con los métodos de ensayo, requisitos y frecuencias según la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013:

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior, longitud y rectitud de los tubos.
- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los racores: se deben ensayar todos los racores antes de la aplicación de su revestimiento interior. Los bancos de ensayo deben estar

provistos de un manómetro industrial con certificado de calibración y verificación vigente y con un límite de error de  $\pm 3\%$ .

- Estanqueidad en racores y accesorios: la presión interna de ensayo será como mínimo de 1 bar durante 15 segundos. La prueba consiste en mantener la pieza con aire presurizado y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura de tubos, racores y accesorios.
- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

El sistema de control de producción en fábrica cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 12201-3: 2012 + A1:2013 respecto a personal, equipos, proceso, materias primas, componentes y acciones correctivas.

El Promotor podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de las piezas.

El Promotor podrá inspeccionar en fábrica tanto los materiales como el proceso de fabricación y el control de calidad que realiza el fabricante. En caso de que existiera algún impedimento para llevar a cabo esta función inspectora por motivos de secreto industrial u otros, el fabricante estará obligado a manifestarlo por escrito en su oferta de suministro.

#### **2.21.6.4**

#### **Gestión ambiental en la fabricación**

El proceso de fabricación de los racores y accesorios de fundición dúctil deberá tener implementado y mantener un sistema de gestión ambiental basado en los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001: 2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001: 2015), y estará certificado por organismo autorizado o administración competente.

### **2.21.6.5 Transporte a obra**

El transporte a obra de los racores y accesorios se realizará en camiones o en otro medio de transporte en los que el piso y los laterales de la caja estén exentos de protuberancias o bordes rígidos o agudos que puedan dañar a los racores.

Durante el transporte se garantizará la inmovilidad de las piezas, disponiendo para ello cunas de madera o elementos elásticos.

### **2.21.7 Suministro**

En el momento del suministro se inspeccionarán los racores y los accesorios para asegurar que están marcados correctamente, no presentan ningún tipo de daños y cumplen con todos los requisitos del pedido.

### **2.21.8 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE-EN 12201-3:2012 + A1:2013: Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.

### **2.21.9 Unidad y criterios de medición**

Se abonará por unidad (ud) instalada, medida según las especificaciones de la D.F., entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, listas para funcionar.

Este criterio incluye los gastos asociados a las operaciones de instalación, ejecución de juntas y la realización de las pruebas a llevar a cabo a la pieza instalada.

## **2.22.- VÁLVULAS DE COMPUERTA**

### **2.22.1 Definición**

Válvula de compuerta, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con lenteja de asiento elástico, cuerpo, tapa y compuerta de fundición dúctil GGG-50, eje de acero inoxidable AISI 420

comprimido en frío, revestimiento de pintura epoxy con espesor mínimo de 150 micras, compuerta guiada vulcanizada con caucho EPDM y con tuerca fija, con juntas tóricas lubricadas, tornillería tratada contra corrosión (cincada), embreadada, con volante y tornillería incluidos, instalada.

La compuerta será guiada. La tuerca que une el eje de la válvula y la compuerta estará embutida en la compuerta.

### **2.22.2 Características generales**

Cuerpo y tapa de fundición dúctil nodular EN-GJS-500-7 (GGG-50), recubrimiento interior y exterior de epoxy aplicado electrostáticamente. Color azul Ral 5015.

Cierre en fundición dúctil nodular EN-GJS-500-7 (GGG-50) totalmente revestido interior y exteriormente de EPDM. Tuerca de cierre en aleación de cobre forjado. La estanqueidad a través del eje se obtiene con tres anillos tóricos. Guardapolvos en el eje para evitar la entrada de cuerpos extraños en calidad EPDM.

Junta tapa cuerpo en EPDM. Tornillería, cuerpo y tapa en acero calidad 8.8, dimensiones según UNE-EN 1171: 2016, recubrimiento anticorrosivo y protegido mediante sellado.

La apertura estándar de la válvula se realiza en sentido contrario a las agujas del reloj.

La presión de trabajo, variable de 16 a 25 atm, según se especifica en los planos de planta. Revestimiento de las piezas de fundición por empolvado epoxy, procedimiento electrostático, después del granallado.

Cuadrado en fundición nodular GGG-50 para llave de maniobra de 30x30.

El número de vueltas mínimo para el cierre de la válvula, no ha de ser menor que los siguientes:

∅ Válvula	nº de vueltas de volante
∅ c150	17
200 - 250	27
300 - 350	27
400 - 600	34

El volante de la válvula será accesible. Los ejes de la válvula y de la tubería quedarán alineados.

Tanto el prensaestopas de la válvula como las conexiones con la tubería serán estancas a la presión de trabajo.

Se dejará conectada a la red correspondiente, en condiciones de funcionamiento.

La presión ejercida por el prensaestopas sobre el eje de accionamiento no impedirá la maniobra del volante con la mano.

La posición será la reflejada en el Proyecto o, en su defecto, la indicada por la D.F.

Tolerancias de instalación: Posición:  $\pm 30$  mm.

El eje de accionamiento quedará horizontal, o en cualquier posición radial por encima del plano horizontal.

La distancia entre la válvula y la pared será la necesaria para que pueda girar el cuerpo, una vez desmontado el eje de accionamiento del sistema de cierre.

### **2.22.3 Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos. El Contratista podrá realizar otro tipo de junta, previa autorización del Ingeniero Director.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, la presentación de las correspondientes curvas de funcionamiento de la válvula, así como la documentación completa de cálculo y diseño de la válvula y protocolo de pruebas de la misma.

#### **2.22.4 Almacenamiento**

Las válvulas deben almacenarse si es posible en un lugar cubierto protegido del sol, de la lluvia y generalmente de todo factor atmosférico. Además, las juntas de la válvula no deberán estar en contacto con el polvo, tierra ni arena.

#### **2.22.5 Normativa de obligado cumplimiento**

"Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

#### **2.22.6 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto. Se incluyen en este precio los dados de hormigón para el anclaje de los tubos, las bridas metálicas para la sujeción de los mismos, las uniones y el resto de accesorios necesarios para entrar en funcionamiento.

### **2.23.- VÁLVULAS DE MARIPOSA**

#### **2.23.1 Definición**

Válvula de mariposa, motorizada, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, con cuerpo y mariposa de fundición dúctil GGG-40 o superior, embridada, con desmultiplicador y motor eléctrico trifásico 400 V – 50 Hz ON/OFF, eje de acero inoxidable AISI 420, disco concéntrico de acero inoxidable AISI 316 L o superior, con junta EPDM vulcanizada y asiento de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxy con espesor mínimo de 250 micras, protección contra incendios IP 68.8 y protección contra la corrosión KS, con p.p. de juntas y tornillería instalada.

Cuando se especifique accionamiento eléctrico, el eje del motor y el del piñón irán unidos por un acoplamiento elástico que evite el deterioro de las partes mecánicas en caso de mal funcionamiento.

Los motores de accionamiento tendrán protección IP-44 e irán debidamente conectados con los interruptores eléctricos de fin de carrera y con el correspondiente cuadro general de mando y protección.

### **2.23.2 Características generales**

- Anillo reemplazable
- Fácil mantenimiento
- Par de rotación bajo.
- Eje centrado.
- Flujo bidireccional.
- Anillo de caucho.
- Recubrimiento anticorrosivo de epoxy Ral 5015 Azul, aplicado electrostáticamente, de 250 micras de espesor mínimo.

El cierre y apertura serán suficientemente lentos para reducir al máximo los golpes de ariete en las válvulas colocadas en el extremo de las conducciones.

Todas las válvulas deberán estar probadas en fábrica para una presión del 130% de la presión de trabajo.

### **2.23.3 Materiales**

- Cuerpo: GGG-40.
- Disco: AISI 316 L
- Eje: AISI 420
- Anillo: EPDM

### **2.23.4 Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos. Se recomienda instalar una junta de desmontaje para las operaciones de mantenimiento. Se recomienda instalar la mariposa con el dispositivo de funcionamiento hidráulico en el lado derecho de la tubería.

Se instalarán generalmente con arandelas de asiento de la junta en el sentido opuesto a la dirección del caudal para permitir la sustitución de la junta sin desmontar la válvula de mariposa. En todos los casos es posible instalar la válvula de mariposa en el sentido opuesto al caudal, y si es necesario en posición vertical.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

### **2.23.5 Almacenamiento**

Las válvulas deben almacenarse si es posible en un lugar cubierto protegido del sol, de la lluvia y generalmente de todo factor atmosférico. Además, las juntas de la válvula no deberán estar en contacto con el polvo, tierra ni arena.

### **2.23.6 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

### **2.23.7 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto. Se incluyen en este precio los dados de hormigón para el anclaje de los tubos, las bridas metálicas para la sujeción de los mismos, las uniones y el resto de accesorios necesarios para entrar en funcionamiento.

## **2.24.- VÁLVULAS DE RETENCIÓN**

### **2.24.1 Definición**

Válvula de retención, PN-25, con cuerpo y tapa de fundición, clapeta revestida de elastómero y revestimiento de pintura vinílica, incluso colocación y prueba.

### **2.24.2 Características generales**

- Paso total y mínima pérdida de agua.
- El asiento elástico permite un cierre estanco y debido a su ligero peso necesita una fuerza mínima para abrir y cerrar la válvula.
- Eje de acero inoxidable montado en la tapa lo que permite un fácil mantenimiento sin desmontar la válvula de la línea.
- Eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420).
- Bisagra de acero inoxidable en DN 50-200 y fundición dúctil en DN 250-300, revestida de epoxi con certificado para agua potable.
- Junta de la tapa de caucho EPDM alojada entre el cuerpo y la tapa.
- Disco con inserción de acero completamente vulcanizado de EPDM.
- Revestimiento de epoxi según EN 14901:2015 + A1:2021 y DIN 3476-1:2018-08, 250 µm.
- Todas las juntas y revestimientos en contacto con el agua están certificados para agua potable.
- Tetones a cada lado de la válvula que permiten instalación de manómetros, by-pass, etc

### **2.24.3 Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos. Se recomienda instalar una junta de desmontaje para las operaciones de mantenimiento. Se recomienda instalar la mariposa con el dispositivo de funcionamiento hidráulico en el lado derecho de la tubería.

Se instalarán generalmente con arandelas de asiento de la junta en el sentido opuesto a la dirección del caudal para permitir la sustitución de la junta sin desmontar la válvula de mariposa. En todos los casos es posible instalar la válvula de mariposa en el sentido opuesto al caudal, y si es necesario en posición vertical.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

### **2.24.4 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

### **2.24.5 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto. Se incluyen en este precio los dados de hormigón para el anclaje de los tubos, las bridas metálicas para la sujeción de los mismos, las uniones y el resto de accesorios necesarios para entrar en funcionamiento.

## **2.25.- VÁLVULAS ANTICIPADORAS DE PRESIÓN**

### **2.25.1 Definición**

Válvulas de control automático anticipadoras de accionadas mediante diafragma, PN 16/20/25, con cuerpo de fundición dúctil GJS-500-7, juntas de caucho EPDM, muelles, tornillería y accesorios de acero inoxidable AISI 304.

### **2.25.2 Características generales**

- Diseñado según EN 1074-5.
- Distancia entre caras según EN 558:2018 Tabla 2 Serie Básica 1.
- Bridas y orificios según EN 1092-2:1998 (ISO 7005-2:1998), PN16/20/25.
- Cuerpo y tapa de fundición dúctil con revestimiento de epoxi por fusión, espesor de 300 micras, certificado GSK, color azul RAL 5017, según DIN 3476-1:2018-08 y certificado para uso en agua potable según WRAS-DVGW / W270 / UBA.
- Todas las partes de caucho en contacto con el agua están aprobadas para uso en agua potable.
- Todas las partes internas no revestidas son de acero inoxidable o bronce.
- Una válvula de aguja instalada aguas arriba antes de la cámara, permite ajustar el tiempo de reacción de la regulación.
- El cierre de la válvula de aguja aísla la cámara y fija la posición de la válvula principal permitiendo el mantenimiento del circuito.
- Racores y accesorios en latón niquelado. Tuberías en acero inoxidable AISI 304.
- cilindros anticavitación en acero inoxidable, manómetro extra, by-pass del circuito, finales de carrera inductivos y transmisor de posición con señal salida 4-20mA.

### **2.25.3 Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos. Se recomienda instalar una junta de desmontaje para las operaciones de mantenimiento. Se recomienda

instalar la mariposa con el dispositivo de funcionamiento hidráulico en el lado derecho de la tubería.

Se instalarán generalmente con arandelas de asiento de la junta en el sentido opuesto a la dirección del caudal para permitir la sustitución de la junta sin desmontar la válvula de mariposa. En todos los casos es posible instalar la válvula de mariposa en el sentido opuesto al caudal, y si es necesario en posición vertical.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

#### **2.25.4 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

#### **2.25.5 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, medida según las especificaciones del Proyecto. Se incluyen en este precio los dados de hormigón para el anclaje de los tubos, las bridas metálicas para la sujeción de los mismos, las uniones y el resto de accesorios necesarios para entrar en funcionamiento.

### **2.26.- BOMBAS**

#### **2.26.1 Definición**

Bomba horizontal multicelular en hierro fundido y eje en acero inoxidable para la impulsión de agua desalada desde la EDAM hasta la balsa de regulación.

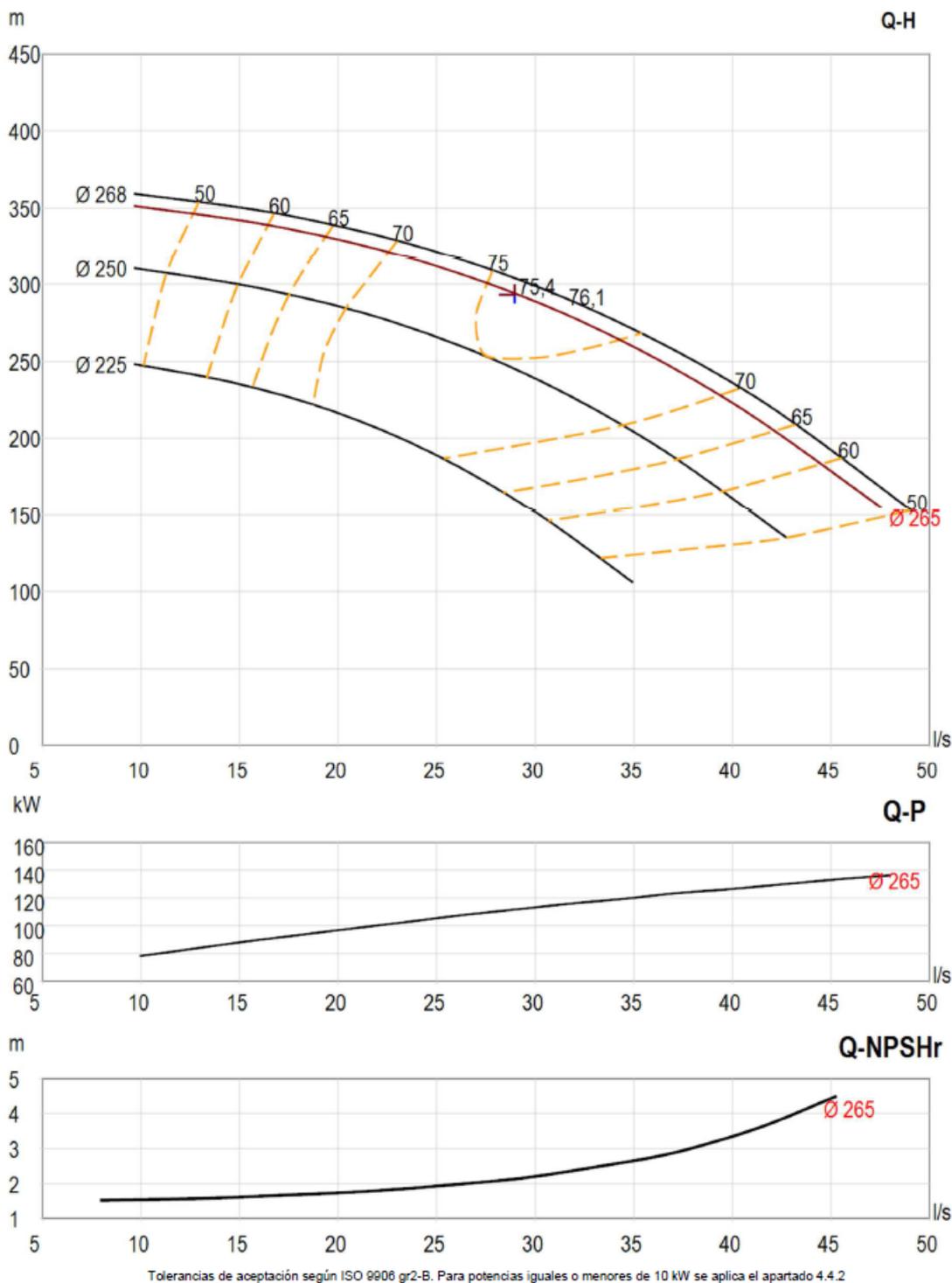
#### **2.26.2 Características de la bomba**

La bomba seleccionada cumplirá las siguientes especificaciones:

- Lubricación estándar, lubricación con grasa.

- Ejecución: Acoplamiento semielástico.
- Diseño: Horizontal multicelular.
- Velocidad de funcionamiento: 1.138 rpm.
- Nº fases: 14
- Boquilla de aspiración: DN 125 mm. PN 16. EN 1092-2:1998 (NSC)
- Boquilla de descarga: DN 100 mm. PN 40. EN 1092-2:1998 (NSC)
- Máxima presión de trabajo: 365 kPa.
- Tipo de impulsor: Radial impeller.
- Altura H (Q=0): 250 m.
- Potencia del eje motor máxima: 140,3 kW
- Diámetro máximo del impulsor: 268 mm.
- Diámetro diseñado del impulsor: 265 mm.
- Diámetro mínimo del impulsor: 225 mm.
- Capacidad nominal de la bomba: 29 l/s.
- Capacidad máxima de la bomba: 48 l/s.
- Capacidad mínima de la bomba: 10 l/s.
- Rendimiento: 72,8 %.
- NPSH: 1,80 m.

### **2.26.3 Curvas características**



#### 2.26.4 Ejecución de las obras

Se comprobará que su situación corresponde con la del proyecto. Las fases de ejecución son las siguientes:

- Replanteo.
- Conexionado.

- Comprobación de su correcto funcionamiento.

En cuanto a la condición de terminación:

- La conexión a la red será adecuada.

Conservación y mantenimiento:

- Se protegerá frente a golpes.

### **2.26.5 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

### **2.26.6 Unidad y criterios de medición**

Se medirá y abonará por unidad (ud) completamente instalada con todas sus conexiones hidráulicas y eléctricas, en condiciones de pleno funcionamiento y probadas.

## **2.27.- VENTOSAS**

### **2.27.1 Definición**

Ventosa trifuncional con protección antiarriete, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxy con un espesor mínimo de 150 micras, rosca, conexiones de  $\Phi$  1” y 2”, presión de trabajo hasta 2,5 MPa, incluida válvula de compuerta PN 25 y accesorios de conexionado, colocada. Se montarán sobre una pieza en "T", de su mismo diámetro nominal.

El sistema de evacuación y/o admisión de aire de la válvula funciona de forma automática y se conforma por un flotador que, directa o indirectamente, en su movimiento descendente permite la salida y entrada de aire, y en el final del ascendente impide la salida del agua mediante la junta de estanqueidad al cerrar la superficie de aireación. Según su disposición en el interior del cuerpo, estos flotadores pueden ser:

- Libres: el flotador se mueve dentro del cuerpo sin restricciones en su movimiento.
- Guiados: el movimiento del flotador está limitado por un eje que lo atraviesa

- Articulados: en el caso de purgadores se puede recurrir al uso de palancas para ejercer una fuerza suficiente para vencer la creada por la presión interna en el orificio de purga.

## **2.27.2 Cuerpo**

### **2.27.2.1 Definición**

Es la parte de la válvula en cuyo interior está instalado el sistema de evacuación y/o admisión de aire y de cierre. El cuerpo podrá estar preparado para la unión con otros elementos de aireación complementarios, siempre mediante uniones normalizadas. Interiormente podrá tener nervaduras con el fin de guiar al flotador en su movimiento vertical.

Será registrable y abierto en su parte superior, donde se cubrirá con la tapa. En su parte inferior estará la unión con la conducción que en general, será mediante junta de brida autorresistente.

El cuerpo dispondrá de un orificio con cierre de llave por el exterior y unión roscada, situado aproximadamente a nivel de la máxima lámina que el agua pueda alcanzar dentro del mismo, a fin de comprobar la correcta disposición de los sistemas de evacuación y admisión de aire.

### **2.27.2.2 Materiales**

El cuerpo será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades: GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNE EN 1563: 2019.

## **2.27.3 Tapa**

### **2.27.3.1 Definición**

Es el elemento de cierre entre el cuerpo y el exterior. En general, a través del orificio u orificios de aireación existentes en ella, se realiza la evacuación y admisión de aire. Según la dirección de evacuación del aire se pueden distinguir dos tipologías:

- Salida tipo seta: actúa como deflector o difusor de aire.
- Salida dirigida: dirige el flujo de aire bien hacia un lado o bien hacia abajo.

Debe existir una junta alojada entre cuerpo y tapa que proporciona la estanqueidad entre los mismos.

Deberá ser desmontable para acceder a todos los mecanismos internos y poder llevar a cabo labores de mantenimiento y limpieza en caso de ser necesario. Opcionalmente podrá existir una rejilla interior de tal manera que se impida la entrada en la red de elementos externos o insectos. Esta rejilla no dificultará el flujo del aire tanto hacia el interior como hacia el exterior.

### **2.27.3.2 Materiales**

La tapa será de uno de los siguientes materiales:

- Fundición nodular de calidades: GJS-400-15, GJS-400-18, GJS-500-7 según UNE-EN 1563: 2019.
- Acero inoxidable de calidades: 1.4301, 1.4306, 1.4401, 1.4404 o 1.4435 según UNE-EN 10088-1: 2015.

La rejilla podrá ser de acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1: 2015.

## **2.27.4 Flotador**

### **2.27.4.1 Definición**

Es el elemento que mediante su movimiento vertical permite el flujo de aire e impide la salida de agua del circuito.

Los flotadores se deben diseñar para resistir la presión a la que son sometidos sin deformación remanente alguna. En cuanto a la forma, deben facilitar el paso del aire, minimizando la superficie de rozamiento para reducir la posibilidad de cierre cinético.

#### **2.27.4.2 Materiales**

El material del flotador en contacto con agua deberá ser inalterable en este medio, al aire y al ciclo aire-agua. Igualmente será impermeable y deberá garantizar la inalterabilidad de sus propiedades físicas. El flotador será de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1:2015 o ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) según UNE-EN ISO 19062-1: 2016.

#### **2.27.5 Sistema de estanqueidad**

##### **2.27.5.1 Definición**

La estanqueidad en posición de cerrado se consigue mediante el contacto entre una junta solidaria al cuerpo interiormente y el flotador o un obturador metálico elevado por una boya. El sistema de estanqueidad permitirá en todo caso la sustitución de la junta.

##### **2.27.5.2 Materiales**

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM (Etileno-propileno-dieno) por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. Deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de suministro de agua potable fría (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006.

## **2.27.6 Juntas de estanqueidad**

### **2.27.6.1 Definición**

Las juntas son dispositivos de estanqueidad que deben garantizar el funcionamiento hermético de la válvula en cualquier posición y circunstancia de servicio. Se distinguen:

- Juntas tapa-cuerpo: junta que consigue la estanqueidad entre estos dos elementos. En algunos casos, esta junta puede ser la misma que la del sistema de estanqueidad.
- Juntas de los enlaces: serán las adecuadas al tipo de enlace y de conducción según la norma UNE-EN 1514-1:1997 para los enlaces de bridas.

### **2.27.6.2 Materiales**

Las juntas que forman parte de la válvula serán de alguno de los siguientes elastómeros, en ambos casos según la UNE-EN 681-1:1996/A3:2006 (nomenclatura según norma UNE-ISO 1629: 2017):

- EPDM (Etileno-propileno-dieno).
- NBR (Caucho nitrílico).

Los elastómeros en contacto con el agua en circulación serán de EPDM por su mayor resistencia al ozono y al envejecimiento. En ambos casos deberán cumplir los requisitos para la clase de dureza 60 o 70 y ser tipo WA, para instalaciones de suministro de agua potable fría (para consumo humano), según lo indicado en la norma UNE-EN 681-1:1996/A3:2006.

## **2.27.7 Elementos internos**

### **2.27.7.1 Definición**

El diseño de la válvula puede incluir una guía, normalmente un eje, para restringir el movimiento horizontal del flotador, mantenerlo bien posicionado y garantizar una correcta estanqueidad en el cierre cuando el flotador se encuentra en la parte superior.

La posición más baja del flotador debe estar limitada para permitir el correcto paso del aire. Este fin se consigue mediante topes en el eje, nervaduras interiores del cuerpo o mediante el uso de rejillas o canastas que dificulten en la menor medida posible el paso del aire.

#### **2.27.7.2 Materiales**

Los materiales empleados deberán ser inalterables a la humedad, al cloro y al ozono. Además, deberán ser suficientemente resistentes para desempeñar su función de manera prolongada en el tiempo. Los materiales a emplear serán:

- Acero inoxidable de calidades 1.4301, 1.4401, 1.4404 según UNE-EN 10088-1:2015.
- Materiales plásticos: polipropileno, según UNE-EN ISO 19069-1: 2015 o ABS según UNE-EN ISO 19062-1: 2016.

#### **2.27.8 Enlaces a la conducción**

##### **2.27.8.1 Definición**

Los elementos de enlace a la conducción aseguran la continuidad hidráulica y mecánica de ésta. Las uniones en general serán mediante bridas.

Las uniones roscadas deberán cumplir las normas UNE-EN ISO 228-1:2003, UNE-EN 10226-1:2004 o UNE-EN 10226-2:2005. Las bridas autorresistentes son uniones rígidas capaces de soportar esfuerzos de tracción.

Las bridas de enlace a la conducción y el cuerpo de la válvula conformarán una pieza única, formarán ángulo recto con el eje de circulación del fluido. Estarán taladradas y los orificios para los tornillos de unión estarán distribuidos uniformemente en un círculo concéntrico con el eje de paso y deberán cumplir la norma UNE-EN 1092-1:2019 y UNE-EN 1092-2: 1998.

No se admitirán taladros roscados en ninguna de las bridas de enlace que permitan la sujeción mediante simple atornillado, ni diseños (nervios, resaltes, etc.) que dificultan la colocación y desmontaje de los tornillos y tuercas de apriete.

#### **2.27.8.2 Materiales**

Las uniones serán del mismo material que el cuerpo de la válvula.

### **2.27.9 Tornillería**

#### **2.27.9.1 Definición**

La tornillería presente en una válvula de aireación se puede dividir en:

- Tornillería cuerpo-tapa: elementos de unión entre el cuerpo y la tapa de la válvula.
- Tornillería interna: elementos que forman parte de los sistemas de brazos o ejes.

#### **2.27.9.2 Materiales**

Los tornillos serán de uno de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable según UNE-EN 10088-1: 2015, calidad 1.4301 o UNE-EN ISO 3506-1:2021, calidad A2-70.
- Acero de clase 8.8 según UNE-EN ISO 898-1: 2015 con recubrimiento anticorrosivo, sólo para tornillos en el exterior del cuerpo.

#### **2.27.10 Características técnicas de las ventosas**

Las válvulas se deben diseñar para temperaturas de servicio que vayan desde 0 °C (sin hielo) hasta 40 °C, y para temperaturas de almacenaje entre -20 °C y 70 °C. Para las válvulas fabricadas con materiales cuyo comportamiento mecánico dependa de la temperatura, las presiones PFA, PMA y PEA se deben establecer a 20 °C y, si fuese de aplicación, el fabricante y/o las Normas de producto deben proporcionar un factor de reducción (tabla temperatura/presión) para temperaturas más elevadas.

El diseño de la válvula debe cumplir todas las exigencias de las normas UNE-EN 1074-1:2001 y UNE-EN 1074-4: 2001.

La superficie mínima de paso del aire en cada sección será la correspondiente al círculo de diámetro DN, tal y como se indica en la tabla siguiente:

DN	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Círculo de diámetro (mm)	50	80	100	150	200	250	300	350	400
Superficie (mm <sup>2</sup> )	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	49.087	70.686	96.211	125.664

Para calcular dicha sección mínima se tendrán en cuenta todas las secciones con las restricciones de paso existentes en la válvula, tales como las guías y los estrechamientos existentes en el interior del cuerpo, los ejes, la tapa, o las rejillas en caso de existir. Las ventosas vendrán definidas en todo caso por los siguientes datos:

- DN
- PN.
- Superficie mínima de paso.
- Capacidad de expulsión de aire a presión diferencial de +0,15 bar.
- Capacidad de admisión de aire a presión diferencial de -0,35 bar.
- Diámetro de purga.
- Presión diferencial a la que se produce el cierre cinético.

### **2.27.11 Características neumáticas**

El parámetro que caracteriza a cada válvula en particular es su capacidad de aireación. La capacidad de aireación de una válvula expresa el caudal de aire que pasa por el orificio de aireación a una presión diferencial determinada que será la siguiente:

- Evacuación de aire: la presión diferencial es positiva, se recomienda limitar dicha presión a +0,15 bar (+0,015 MPa) para dimensionamiento.

- Admisión de aire: la presión diferencial es negativa, se recomienda limitar dicha presión a -0,35 bar (-0,035 MPa) para dimensionamiento.

Las capacidades mínimas (l/s) exigidas correspondientes a los valores de presión diferencial de referencia serán los señalados en la siguiente tabla:

Q. Evacuación de aire a + 0,15 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
34	150	340	570	1.100	2.100	3.300	4.700	6.400

Q. Admisión de aire a - 0,35 bar (l/s)								
DN 25	DN 50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN400
54	210	480	850	1.900	3.400	5.300	7.600	10.500

La característica declarada por el fabricante debe ser el caudal en función de la presión (capacidad). El fabricante deberá justificar y explicar el procedimiento para la obtención de los valores declarados.

Cuando el caudal se mida según las condiciones definidas en los apartados correspondientes de la norma UNE-EN 1074-4: 2001, no debe ser inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

El cierre cinético es un parámetro que dependerá principalmente del diseño de la válvula. Para evitarlo se recomienda limitar la velocidad de llenado de las conducciones de tal manera que se mantengan presiones diferenciales por debajo de 0,15 bar. En todo caso el fabricante deberá declarar, en caso de existir, la presión diferencial positiva que provocaría dicho cierre.

### 2.27.12 Características dimensionales

Las dimensiones de las bridas de enlace a la instalación, serán conforme a las normas UNE-EN 1092-1: 2019 y UNE-EN 1092-2: 1998. El diseño interior de la válvula deberá ser tal que el área del círculo de diámetro DN sea la menor de todas las secciones de paso.

### **2.27.13 Protecciones**

El sistema de protección definido a continuación ha de considerarse independiente de los que puedan corresponder al estudio específico de protección general de la instalación a que se incorporen las válvulas.

Todo el material de fundición nodular llevará una protección anti-corrosión interior y exterior a base de una o varias capas de pintura epoxi-poliamida conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 14901-1: 2015 + A1: 2021. Dicha norma determina que el espesor local mínimo debe ser superior a 200 micras, el espesor medio mínimo igual o superior a 250 micras y en las zonas designadas a continuación se admite un espesor local mínimo de 150 micras:

- Zonas de unión
- Agujeros de pernos
- Marcados autorizados
- Nervaduras
- Aristas

Previamente a la aplicación de la protección, deberán prepararse las superficies eliminando el polvo, la suciedad y aceites o materias grasas. Se recomienda el sistema de granallado para conseguir una rugosidad homogénea y un endurecimiento superficial. En cualquier caso, el sistema de preparación de superficies deberá alcanzar como mínimo el grado SA 2 1/2 según la norma UNE-EN ISO 8501-1:2008.

El color de la pintura epoxi será azul (PANTONE 3005, RAL 5005, RAL 5007, RAL 5010, RAL 5015, RAL 5017) cuando la válvula vaya destinada a la red de abastecimiento de agua para riego.

### **2.27.14 Marcado**

Toda válvula deberá estar marcada de manera visible y duradera, conforme a lo que se dispone en la norma UNE-EN 1074-1:2001 ERRATUM 2008, y deberá de constar:

- DN.

- PN.
- Identificación del fabricante.
- Número de la parte aplicable de esta norma (opcional).
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- Identificación del año de fabricación.

La norma UNE-EN 1074-1:2001 ERRATUM 2008, establece además que las válvulas conformes a la misma se deben marcar según se define en la norma UNE-EN 19:2016, que permite hacerlo de las dos maneras siguientes:

- Marcado integral, es decir marcado en la fundición o en la caperuza/cubierta de la válvula.
- Placa de marcado: placa fijada de forma segura al cuerpo o la caperuza/cubierta de la válvula con uno o más marcados obligatorios.

La norma UNE-EN 19:2016 indica como marcados obligatorios los siguientes:

- DN.
- PN.
- Material.
- Nombre o marca del fabricante.

Y como marcados suplementarios u opcionales:

- Identificación de la colada.
- Año de fabricación.

#### **2.27.15 Condiciones del proceso de ejecución**

La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos.

El Contratista podrá realizar otro tipo de junta, previa autorización del Ingeniero Director.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

#### **2.27.16 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

#### **2.27.17 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, incluyéndose en el precio las uniones, las válvulas de corte, la parte proporcional de piezas especiales y todos los accesorios necesarios para que puedan entrar en funcionamiento.

### **2.28.- ARQUETAS**

#### **2.28.1 Definición**

Las arquetas se construirán con las formas y dimensiones indicadas en los Planos, su emplazamiento y cota serán los indicados en los mismos.

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de las arquetas cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que afecten a dichos materiales, así como en los artículos correspondientes de este Pliego. En todo caso, se estará, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### **2.28.2 Ejecución de las obras**

Se ejecutarán las obras de acuerdo con lo especificado en el presente Proyecto y con lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. Cumpliendo siempre con lo prescrito en el Artículo 410 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75).

Todos los elementos recepcionados en obra vendrán perfectamente identificados. Se procurará que el movimiento de estos elementos una vez descargados sea el menor posible, por lo que se aconseja sean depositados en el lugar más próximo posible a su punto de colocación.

Se les aplicará un tratamiento anticorrosión. Sus formas y dimensiones para cada caso se indican en los Planos correspondientes.

Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de las arquetas y pozos de registro no serán superiores a diez milímetros (10 mm) respecto de lo especificado en los planos de Proyecto. Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas, de acuerdo con los artículos 321 y 610 del P.G-3 y del presente Pliego para la fabricación, en su caso, y puesta en obra de los materiales previstos, cuidando su terminación.

Las conexiones de tubos y cunetas se efectuarán a las cotas indicadas en los planos de Proyecto, de forma que los extremos de los conductos queden enrasados con las caras interiores de los muros.

En las arquetas los tubos deberán quedar aproximadamente a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido de cables o tubos, permitiendo el mayor grado de curvatura posible.

Las arquetas se dispondrán para el alojamiento de ventosas, válvulas de la red, finales y derivaciones de ramales.

La parte superior de la obra se dispondrá de tal manera que se eviten los derrames del terreno circundante sobre ella o a su interior.

Las tapas o rejillas ajustarán al cuerpo de la obra, y se colocarán de forma que su cara exterior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

### **2.28.3 Normativa de obligado cumplimiento**

## Código Estructural

### Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16)

#### **2.28.4 Criterios de medición y abono**

Se medirá y abonará por unidad de arqueta realmente ejecutada. El precio incluye encofrado, desencofrado, y remates.

#### **2.29.- POZOS**

##### **2.29.1 Definición**

Parte variable de pozo de registro, i/pates de 25x30 cm de polipropileno, totalmente terminado.

Parte fija (D = 0,65 m cono y H = 0,60) de pozo de registro tipo A, i/cerco y tapa de fundición, totalmente terminado.

Atendiendo al artículo 410 del PG-3, un pozo de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio de profundidad.

##### **2.29.2 Características generales**

Con carácter general todos los materiales utilizados en la construcción de los pozos de registro cumplirán con lo especificado en las instrucciones y normas vigentes que les afecten, así como los artículos correspondientes de este pliego. En todo caso, se estará a lo establecido en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Habrán de cumplirse además las siguientes prescripciones específicas:

Hormigón:

- Código Estructural.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Artículo 610 "Hormigones" y 630 "Obras de hormigón en masa o armado" del PG-3.
- Los hormigones de limpieza y relleno deberán tener una resistencia característica mínima a compresión de doce megapascales y medio (12,5 MPa) a veintiocho días.

Piezas prefabricadas de hormigón:

- Código Estructural.
- Resistencia característica mínima a compresión: 25 MPa a veintiocho días.

El transporte, descarga y almacenamiento se realizarán cuidadosamente, siendo rechazadas aquellas piezas que presenten defectos.

Fundición para tapas y cercos:

- Cargas y características según UNE EN 1561: 2012 y UNE EN 1563: 2019.
- Cierre antirrobo o elemento de bloqueo que lo evite.
- Certificado AENOR o AFNOR o de similar grado de exigencia a juicio de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra, siendo exigibles las siguientes características y marcados:

- Peso mínimo de tapa: 31 kg.
- Peso mínimo conjunto 52 kg.
- Logo de la administración correspondiente y/o del gestor del servicio.
- Certificado AENOR o AFNOR o de similar grado de exigencia a juicio de la Dirección de Obra.

### **2.29.3 Condiciones del proceso de ejecución**

Se estará a lo dispuesto en la legislación vigente, en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El contratista empleará un equipo formado por un peón, un oficial de primera y un camión grúa que se encargará de situar los módulos prefabricados del pozo en su correcta ubicación. El módulo de base se debe situar en una superficie lo más plana y horizontal posible que permita continuar con la ejecución del pozo hasta la superficie con una desviación mínima respecto a la vertical. El buen asentamiento de esta pieza es clave para una correcta construcción del pozo.

Una vez situado el módulo de base, cuando no sea necesario ejecutar in situ una parte variable de pozo, se procederá a colocar los módulos intermedios o el módulo cónico final, introduciendo el macho o enchufe de la pieza inferior (fija) en la hembra o campana de la superior (móvil).

Previo a este paso, se procederá a colocar la junta de goma en el enchufe de la pieza inferior y lubricarla generosamente. Es muy importante realizar un cuidadoso descenso de la pieza para evitar pinzar la junta de goma y sacarla de su posición de trabajo.

Una vez ejecutado el pozo, se procederá a realizar la unión de las tuberías del colector y albañales del pozo, debiendo lubricar bien los tubos para el correcto encuentro con la junta de goma de estanqueidad del pozo.

Finalmente, se procederá a la disposición de las tapas de registro en la coronación del módulo cónico.

### **2.29.4 Normativa de obligado cumplimiento**

- Código Estructural
- PG-3
- Normas UNE

### **2.29.5 Criterios de medición y abono**

Se abonará por unidad realmente ejecutada, que deberá corresponder a la geometría y características descritas en el presente pliego, así como el Documento N°2 "Planos".

## **2.30.- CAUDALÍMETROS**

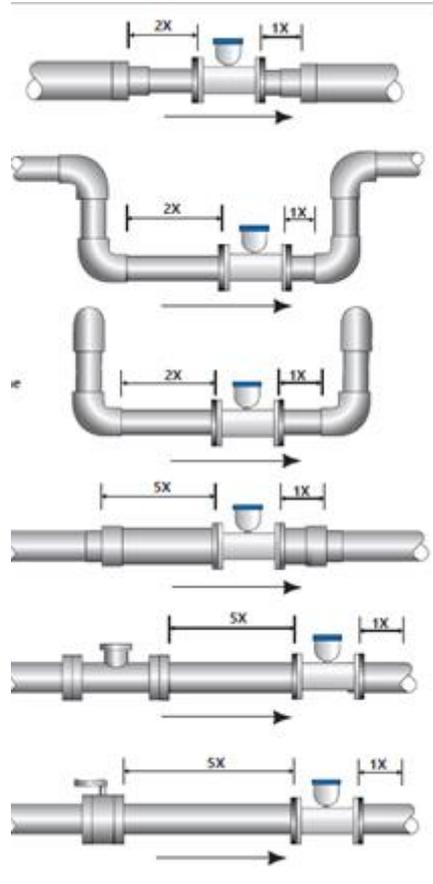
### **2.30.1 Definición**

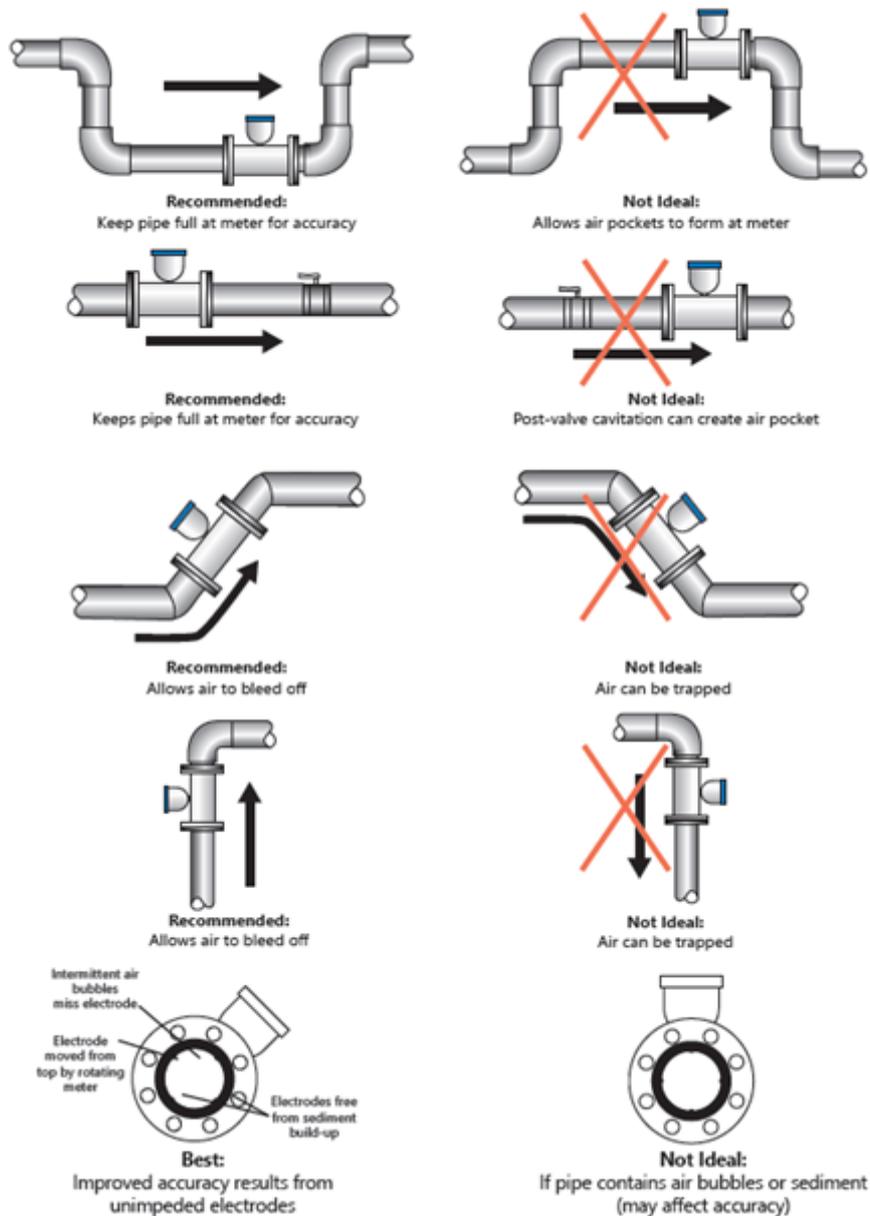
Caudalímetro electromagnético PN 25, compuesto por sensor de medida, protección IP68, con convertidor de señal, precisión 0,25%, 24 VCC, con kit de montaje sobre pared y accesorios de conexión a tubería (Brida enchufe, juntas yuntaflex y tornillería), colocado, probado y ajustado.

### **2.30.2 Características generales**

- Tipo de cable: Cable conductor con recubrimiento de poliuretano.
- Conductividad mínima: 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Caudal mínimo: 0,5% del caudal máximo.
- Temperatura máxima de trabajo: 70°C.
- Voltaje/ Frecuencia: 9 a 36 Vdc
- Presión máxima de trabajo: 25 bar
- Longitud del cable: 6 m
- Consumo de corriente: 250 mA
- Tamaño de bridas: 80, 100, 150, 200, 250 y 300 mm.
- Temperatura mínima ambiente: -12 °C
- Máxima temperatura ambiente: 60°C
- Material de carcasa: Aluminio fundido a presión con recubrimiento en polvo
- Precisión:  $\pm 1\%$
- Grado de protección: IP68
- Materiales en contacto con el agua: 316 SS, polipropileno, EPDM.
- Señal de salida: (N) Pulso (I) Pulso + 4 a 20 Ma.
- Display: LCD.

### 2.30.3 Recomendaciones de instalación





La estanqueidad de las uniones se conseguirá mediante las juntas adecuadas. Antes de la instalación de la válvula se limpiará el interior de los tubos.

El montaje de todos los elementos se realizará mediante bridas de tal manera que sea posible en todo momento la retirada de cualquiera de estos aparatos. El Contratista podrá realizar otro tipo de junta, previa autorización del Ingeniero Director.

La presión de trabajo de los elementos de unión de los aparatos de valvulería será como mínimo, igual que la especificada para dichos aparatos.

Evitar que se produzcan vibraciones y afecciones por campos magnéticos. No colocar en un tramo elevado, en sentido de flujo descendente, antes de una descarga abierta o bomba. No colocar después de una válvula de control.

El sensor de caudal siempre tiene que ir montado con el convertidor de señal alineado hacia arriba o hacia abajo y alineado con el eje del tubo.

El aparato debe de estar conectado a tierra para evitar descargas eléctricas.

#### **2.30.4 Normativa de obligado cumplimiento**

“Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua”.

#### **2.30.5 Unidad y criterios de medición**

Unidad de cantidad instalada, incluyéndose en el precio las uniones y todos los accesorios necesarios para que puedan entrar en funcionamiento.

### **2.31.- CARRETES DE DESMONTAJE**

#### **2.31.1 Definición**

Carrete de desmontaje de fundición dúctil con bridas, de 400 mm de diámetro, 2,5 MPa, revestimiento de epoxy-poliéster, con tornillería bicromatada, instalado.

#### **2.31.2 Características generales**

- Compensa el desplazamiento axial de la tubería durante la instalación y el desmontaje, ya que la función telescópica entre la virola interior y el cuerpo exterior permite el ajuste longitudinal.
- Diseño con tres bridas del mismo tamaño unidas mediante varillas y, la brida central hace la compresión de la junta.

- Tolerancia de ajuste entre  $\pm 30$  o  $\pm 40$  mm, dependiendo del tamaño del carrete.
- Bridas en fundición dúctil y brida central en acero, con revestimiento de epoxy según WIS 4-52-01.
- Varillas de acero 4.6 cincado pasivado, completas al número de taladros de las bridas.

### **2.31.3 Materiales**

- Virola interior: acero inoxidable AISI 304.
- Virola exterior: acero inoxidable AISI 304.
- Brida de cierre: acero al carbono ST-37.
- Junta de estanqueidad tórica: EPDM.
- Tornillería intermedia: acero cincado calidad 8.8.
- Brida de conexión: Acero al carbono ST 37.2, equivalente al acero S-235 JR.

### **2.31.4 Condiciones del proceso de ejecución**

Se recomienda que el apriete de la tornillería se realice siguiendo un orden de apriete de lados opuestos, es decir, según se termine el apriete de un tornillo se continuará con el contrario en vez de seguir con el contiguo.

### **2.31.5 Normativa de obligado cumplimiento**

"Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

### **2.31.6 Criterios de medición y abono**

Unidad de cantidad instalada, incluyéndose en el precio las uniones y todos los accesorios necesarios para que puedan entrar en funcionamiento.

## **2.32.- LÁMINA DE IMPERMEABILIZACIÓN**

### **2.32.1 Definición**

La lámina para impermeabilización de la balsa será de las siguientes características:

- Lámina armada a utilizar en taludes: geocompuesto de policloruro de vinilo plastificado PVC-P con geotextil de polipropileno reforzado con armadura interna de malla de poliéster, con geotextil de polipropileno laminado de 500gr/m<sup>2</sup>, incorporando lacado de protección extra UV.
- Lámina sin armar a utilizar en el fondo: geomembrana de policloruro de vinilo plastificado PVC-P, homogénea e incorporando lacado de protección extra UV, formado por coating con un mínimo de 4 µm.

Estas láminas se colocarán sobre un geotextil no tejido de polipropileno, y se anclará a las paredes del depósito mediante perfiles colaminados de 50x2000 mm, y fijaciones de acero 19/25.

Las fijaciones irán siliconadas con Silicona especial para garantizar la estanqueidad de las mismas. Además, en las tomas de llenado e impulsión la lámina se anclará con abrazaderas de acero inoxidable.

### **2.32.2 Condiciones de los materiales**

Requisitos para su utilización en la construcción de embalses y presas.

- Marcado CE según la norma EN 13361:2019 Barreras geosintéticas.
- Conforme a los requisitos del Real Decreto RD 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- Peso molecular medio de los plastificantes superior a 400 y, si es una mezcla, éstos sean radicales alquilo lineal y ramificado, conteniendo más de 9 átomos de carbono.
- Declaración de esperanza de vida útil de 25 años en base al Anejo A de la norma EN 13361:2019, incluyendo justificación de conformidad con los valores exigidos en los ensayos pertinentes.
- Garantía de producto de 10 años
- Protección superficial adicional frente a radiación solar y microorganismos en base a un lacado aplicado durante la fabricación y con un espesor mínimo de 4µ.

Con resistencia al rayado 20N (Test Erichsen), resistencia a gran fricción 25 ciclos mediante rueda abrasiva H18 (DIN 53754) (Test Taber).

El fabricante deberá acreditar:

1. Certificación del sistema de gestión de la calidad de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.
2. Certificación del sistema de gestión ambiental de acuerdo a la norma ISO 14001:2015.
3. Certificación EMAS (Eco-Management and Audit Scheme): Programa Europeo del Ecogestión y Ecoauditoría, cumpliendo lo estipulado en el Tratado.
4. Certificación Recovynyl (EUCERTPLAST): El objetivo de la Certificación europea EUCERTPLAST es fomentar buenas prácticas de reciclaje respetuosas con el medioambiente y procedimientos estandarizados y centrados en la trazabilidad y evaluación de la conformidad del polímero reciclado.

El producto será flexible, durable, impermeable y estará libre de poros, grietas, agujeros o contaminantes y no se delaminará al contacto con el agua. El material deberá ser resistente a los microorganismos y a las raíces. El material base constituyente de la membrana, así como todos los demás elementos del sistema que puedan entrar en contacto con el agua almacenada, no afectará a la calidad de ésta, lo que demostrará mediante los correspondientes certificados sanitarios.

Para reducir el número de uniones en obra y por tanto minimizar los posibles riesgos de rotura, las láminas deberán tener un ancho mínimo de 5 m. Manufacturada previamente en tiras de aproximadamente 2,15 m. de anchura, se prefabricarán en factoría mantas, soldando estas tiras mediante soldadura exclusivamente por calor, solapándolas en una anchura de 10 cm y en la longitud necesaria para acomodar el despiece reflejado en los planos. El solape mínimo entre mallas de refuerzo en piezas adyacentes será de 1,60 cm.

### **2.32.3 Elementos metálicos**

Los elementos metálicos en la impermeabilización, esté o no previsto su contacto directo con el agua almacenada, tales como fijaciones mecánicas con pletinas y tornillos, aireadores, etc, será de acero inoxidable auténtico de calidad 316 de la serie AISI.

#### **2.32.4 Juntas para impermeabilización**

El material de las bandas elásticas de impermeabilización, será de cloruro de polivinilo. Las bandas de cloruro de polivinilo, deberán tener un orificio en su parte central, formando el lóbulo extensible. Las condiciones que deben cumplir son:

- La resistencia a rotura a tracción, será como mínimo igual a ciento veinte kilogramos por centímetro cuadrado (120 Kg/cm<sup>2</sup>)
- El alargamiento mínimo en rotura será de doscientos cincuenta por ciento (250%)
- La banda deberá resistir una temperatura de doscientos grados centígrados (200°C) durante cuatro horas (4 h), sin que varíen sus características anteriores y sin que dé muestras de agrietamiento.

Las bandas se almacenarán convenientemente protegidas contra cualquier acción que pueda dañarlas.

#### **2.32.5 Tiras de neopreno**

La dureza de las tiras de neopreno a usar en los sellados de los puntos de discontinuidad de la impermeabilización (salidas, entradas) será 40 en la Escala Durometer de la ASTM D2240-84, aproximadamente igual a la dada por la ASTM D1415-83 que da la dureza en grados Internacionales. Se admitirá una tolerancia en la anterior medida de +/- 5%.

El factor de forma es una característica clave de estos elementos para garantizar una adecuada estanqueidad y una correcta ejecución. Este valor debe ser bajo (1,0 – 1,50), para valores normales de espesor de 2 – 3 cm.

#### **2.32.6 Filtro de material sintético**

Bajo la lámina se colocará un fieltro geotextil no tejido de filamento continuo de 100% materia virgen de propileno agujado y estabilizado frente rayos UV. La densidad mínima será de 385 gr/m<sup>2</sup>.

El geotextil se recibirá obligatoriamente marcado y empaquetado, bien identificado siguiendo la norma EN ISO 10320: 2020 Identificación in situ para geotextiles. Se controlará que el nombre y tipo de producto estén impresos y fácilmente legibles sobre el geotextil en intervalos máximos de 5 m.

El geotextil deberá tener el obligatorio Marcado CE según Directiva Europea de Productos de la Construcción. Se exigirá un Certificado ISO 9001 y un certificado IQNET del productor que aseguren la trazabilidad del proceso del fabricante, así como un certificado firmado por una institución o laboratorio independientes, de reconocido prestigio en el sector de los geosintéticos, acreditando que el geotextil ha sido producido con filamentos continuos de 100% polipropileno virgen.

Podrá el Contratista presentar soluciones alternativas, de mayor gramaje y calidad, sin que ello conlleve aumento del precio.

### **2.33.- LÁMINAS DE PVC**

El sustrato en que se apoyará la impermeabilización, será liso y libre de materiales puntiagudos que pudieran dañar la membrana.

Previamente a la instalación de las membranas sintéticas se extenderá el geotextil antipunzonamiento.

Es muy importante que se restrinja absolutamente el paso sobre las membranas durante su instalación a toda persona ajena a las labores de instalación, debiendo emplearse en el calzado y todas las herramientas usadas protecciones de goma para no dañar las membranas.

El manejo de las mantas durante su instalación debe hacerse mínimo. Se situarán de acuerdo al despiece de los planos del Proyecto y de forma que las soldaduras de campo sean mínimas.

Se evitarán las soldaduras horizontales en los taludes, sean éstas de factoría o de obra.

Cualquier trozo de membrana dañado durante la instalación se preparará o repondrá con otra pieza de la misma membrana que cumpla con las especificaciones señaladas para el material en el Capítulo correspondiente.

La membrana se instalará libre de tensiones y con las holguras adecuadas que absorban los posibles asentamientos diferenciales del soporte, así como los movimientos de dilatación - contracción por temperatura.

Las soldaduras a ejecutar en campo se formarán solapando los bordes de mantas adyacentes un mínimo de 10 cm. Las superficies de contacto en el solape se limpiarán a conciencia para eliminar cualquier resto de suciedad o humedad que pueda existir.

Todas las soldaduras se ejecutarán por calor, mediante procedimiento que previamente deberá aprobar el Director de Obra a propuesta del Contratista.

Cualquier reparación necesaria en las membranas se llevará a cabo con el mismo material de membrana y el mismo procedimiento de soldadura descrito anteriormente.

Los parches se cortarán con esquinas redondeadas y cubrirán la zona a reparar en un mínimo de 10 cm, en todas las direcciones.

### **2.33.1 Control de soldaduras**

El Control de Calidad de las soldaduras de factoría en mantas prefabricadas se llevará a cabo de acuerdo con las prescripciones que al efecto establece la Norma ASTM D-4545-86 para comprobación de las uniones de factoría, de geomembranas flexibles.

Los valores a cumplir por la soldadura en el correspondiente ensayo serán:

- Resistencia a tracción según ASTM D-4751-21a. Según modificación del Anexo A de la NSF-54: 0,89 KN.
- Resistencia a pelado según ASTM D-413-98. Según modificación del Anexo A de la NSF-54: 3,5 KN.

El Control de Calidad de las soldaduras de campo entre mantas prefabricadas se llevará a cabo de acuerdo con las prescripciones que al efecto establece la Norma ASTM D-4437 para comprobación de las uniones de campo geomembranas flexibles.

Los valores a cumplir por la soldadura en el correspondiente ensayo serán:

- Resistencia a tracción según ASTM D-751-21a. Según modificación del Anexo A de la NSF-54: 0,89 KN.
- Resistencia a pelado según ASTM D-413-98. Según modificación del Anexo A de la NSF-54: 3,5 KN.

El control de calidad de las soldaduras de campo tendrá un carácter preventivo realizándose suficiente número de soldaduras de prueba en condiciones similares a las de la obra previamente a la ejecución de las soldaduras definitivas, para ajustar los parámetros de temperatura y velocidad que cada situación ambiental requiera.

### **2.33.2 Garantías**

El Contratista presentará Certificados de Garantía del producto por un plazo superior a diez (10) años.

### **2.33.3 Condiciones de montaje**

Las uniones de las láminas durante el proceso de su instalación, deberán hacerse mecánicamente por el método de doble soldadura en paralelo, por termofusión, con canal intermedio de comprobación.

El método de soldadura por extrusión con aporte del mismo material, se emplearán en las penetraciones, interconexiones y separaciones.

Los materiales empleados en la ejecución de las soldaduras de obra serán los indicados por el fabricante suministrador de la membrana, y de acuerdo con la experiencia del instalador en obras similares.

Los taludes una vez refinados y compactados, recibirán el fieltro geotextil cosido de 385 gr/m<sup>2</sup> con 2 Kg/m<sup>2</sup> de ligante y sobre este una lámina de PVC-P de 1,5 mm con geotextil de polipropileno, reforzado con armadura interna de malla de poliéster.

En el fondo, una vez refinado y compactado, se colocará una capa de relleno granular de 0,50 m., y el mismo geotextil cosido de 385 gr/m<sup>2</sup>, y sobre éste una lámina de PVC 1,5 mm sin reforzar.

La membrana puede colocarse sobre soportes bituminosos interponiendo un geotextil adecuado a modo de capa separadora.

Previamente al comienzo de la fabricación de cualquier pieza de las membranas, el instalador deberá remitir al Director de Obra los planos de fabricación, indicando la localización y descripción del trabajo.

Los planos reflejarán la situación de las soldaduras de campo, los detalles de los anclajes de coronación, etc., espesor, color, nombre y descripción técnica de la membrana, detalles de las soldaduras de campo y de factoría, así como la situación de todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la impermeabilización.

El Director de Obra deberá devolver al instalador copia aprobada de esos planos.

#### **2.33.4 Transporte y almacenamiento**

Tras la fabricación en factoría, las mantas se doblarán en forma de acordeón en ambos sentidos y se empaquetarán para minimizar el manejo en el lugar de instalación. Cada manta llevará una identificación única e indeleble señalando la dirección de despliegue para facilitar la colocación en obra, y que servirá de referencia ante posibles anomalías de fabricación.

Las cajas para el transporte serán resistentes al agua, con resistencia suficiente para prevenir cualquier daño al contenido, e irán apoyadas en pallets rígidos de madera.

Las mantas se almacenarán en obra en los contenedores originales cerrados, en una zona segura y seca protegidos de la radiación directa del sol, dejando un espacio mínimo entre pallets de 15 cm, y sin apilarlos.

Durante el almacenamiento de los rollos, se cuidará su protección con envueltas opacas y aislantes de lluvia. Las envueltas no deben retirarse hasta la instalación del material.

Tras el transporte de los rollos, las operaciones de despliegue deberán realizarse de la siguiente manera:

En taludes, los paneles se anclarán en zanja convenientemente para desplegarlos después pendiente abajo, de manera que se mantenga en tensión continuamente el material. En cuanto al sentido de instalación, la dirección de máxima pendiente del talud coincidirá con el sentido longitudinal de los paneles (dirección de fabricación). En general no se realizarán uniones horizontales continuas en taludes salvo en parches u otros casos excepcionales autorizados.

En zonas planas, los paneles deberán conectarse con las capas granulares de drenaje para dar continuidad al sistema de drenaje.

En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado convenientemente, los cuales se retirarán cuando el material quede definitivamente instalado.

El corte de paneles se realizará con herramientas adecuadas, que no dañen el material subyacente, especialmente si éste es geomembrana.

Las uniones entre paños adyacentes se realizarán por solape de 50cm mínimo en el ancho del rollo del geotextil, salvo que las condiciones del terreno de apoyo requieran la unión por cosido. En caso de tener que solapar en la dirección longitudinal o largo del rollo, el solape deberá ser al menos de 2m.

El Contratista propondrá al Ingeniero Director el material comercial que vaya a emplear, del cual podrá exigir todas las certificaciones, ensayos y pruebas que estime oportunos.

### **2.33.5 Normativa de obligado cumplimiento**

DIN:16730:2016-09 (Sin armar), 16734:2022-09 (Con armadura de tejido de poliéster), 16735-1986 (Con armadura de fibra de vidrio).

UNE: 13956: 2013, 13361: 2019, 13362: 2019.

### **2.33.6 Unidad y criterios de medición**

El fieltro de material sintético no tejido se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, según el precio del Cuadro de Precios N° 1, incluida la parte proporcional de solapes y pérdidas. El precio incluye el material y los elementos auxiliares necesarios para la perfecta colocación y cosido.

La medición y abono de las membranas sintéticas flexibles colocadas en impermeabilización, se realizará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente colocado en verdadera magnitud, incluyendo extensión, colocación y soldaduras, así como los detalles necesarios que garanticen una completa impermeabilidad, incluida la parte proporcional de solapes y pérdidas.

Con deducción de la superficie correspondiente a huecos, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Huecos  $\leq 1$  m<sup>2</sup>: No se deducen.
- Huecos  $> 1$  m<sup>2</sup>: Se deduce el 100%.

En este criterio de deducción de huecos se incluye el acabado específico de los encuentros con los paramentos o elementos verticales que conforman el hueco, utilizando, si es necesario, materiales diferentes de aquellos que normalmente conforman la unidad.

### **2.34.- HILO DE POLIAMIDA**

### **2.34.1 Definición**

El soporte de la malla de sombreo para el tapado de los depósitos estará conformado por dos retículas (inferior y superior) de 0,40 x 0,40 m de hilo de poliamida de Ø 6 mm, peso aproximado 30 ml/kg y resistencia a rotura 1100 kg, entre las cuales se introducirá la citada malla.

### **2.34.2 Características**

Las características que debe facilitar el fabricante son las siguientes:

- Peso del cable.
- Carga de rotura.
- Carga máxima de trabajo recomendada ( $C_{max} \cdot 1,5 < C_{lim.elástico}$ ).
- Gráfica tensión-deformación.
- Módulo de elasticidad y coeficiente de dilatación térmica.
- Composición y tipo (cable simple, trenzado, etc.).
- Comportamiento reológico (estudio de fluencia, relajación, etc.).

### **2.34.3 Identificación**

Los cables suministrados por el fabricante en rollos deben venir identificados con su número de lote y embalados adecuadamente para permitir su fácil manipulación en la carga y descarga. Los rollos deben ser identificados de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 10320:2020.

### **2.34.4 Ejecución de las obras**

El hilo de poliamida se instalará según las indicaciones establecidas por el fabricante.

El atado de cada hilo se realizará a una tensión de unos 100 kp (0,98 kN). Ambas retículas, inferior y superior, serán colocadas en las mismas condiciones.

La instalación de los cables no se realizará durante precipitaciones o en presencia de vientos excesivos.

### **2.34.5 Normativa de obligado cumplimiento**

UNE 104426:2008.

### **2.34.6 Criterios de medición y abono**

Se abonará en metros lineales (ml) de hilo realmente colocado según mediciones del proyecto. En el precio se incluyen las operaciones para conseguir el atado a la tensión necesaria para su correcta instalación, las operaciones de atado y colocación de los perfiles IPN y tuberías de acero.

## **2.35.- MALLA DE SOMBREO**

### **2.35.1 Definición**

Doble malla de polietileno de alta densidad con capacidad de sombreado del 85% para evitar la proliferación de algas y la entrada de contaminantes.

El fabricante debe facilitar las siguientes características:

- Peso de la malla por metro cuadrado (según la Norma UNE-EN ISO 9864:2005).
- Capacidad de drenaje.
- Resistencia a tracción - Elongación en rotura - Porcentaje de sombreado.
- Composición.

### **2.35.2 Características**

- Capacidad de sombreado por capa: 85%.
- Contenido en negro de carbono:  $2,5 \pm 0,5$  % (UNE 53375:2021).
- Resistencia a la tracción en ambas direcciones  $> 25$  kN/m (UNE-EN ISO 10319:2015).
- Alargamiento al punto de carga máxima en ambas direcciones  $\leq 30\%$  (UNE-EN ISO 10319:2015).
- Envejecimiento artificial acelerado. Variación de alargamiento en rotura en ambas direcciones  $> 50\%$  inicial (UNE-EN 12224:2001).

- Capacidad de evacuación de agua del sistema de sombreo  $\geq 10$  litros/ (m<sup>2</sup> ·min)

### **2.35.3 Instalación**

La malla se deberá introducir entre las dos retículas de hilo de poliamida en bandas que se irán cosiendo entre sí por los bordes.

Una vez colocada, se han de grapar alternativamente los cruces que forman la cuadrícula solidarizando las cuatro capas (dos de hilo de poliamida y dos de malla de sombreo).

La instalación de la malla de sombreo no se realizará durante precipitaciones o en presencia de vientos excesivos.

### **2.35.4 Normativa de obligado cumplimiento**

- Norma UNE 53375. Plásticos. Determinación del contenido en negro de carbono en poliolefinas y sus transformados.
- Norma UNE-EN ISO 10319:2015. Geotextiles. Ensayos de tracción para probetas anchas.
- Norma UNE-EN ISO 10320. Geotextiles y productos relacionados. Identificación in situ.
- UNE-EN 12224:2001: Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de la resistencia al envejecimiento a la intemperie.
- UNE-EN ISO 11058:2020. Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Determinación de las características de permeabilidad al agua perpendicularmente al plano sin carga.
- UNE-EN ISO 9864:2005. Geosintéticos. Métodos de ensayo para la determinación de la unidad de superficie de geotextiles y productos relacionados.
- UNE 104426:2008. Impermeabilización. Puesta en obra. Construcción de balsas cubiertas con geomembranas sintéticas.

### **2.35.5 Criterios de medición y abono**

Se abonará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de malla instalada, medida según las especificaciones del Proyecto.

## **2.36.- SISTEMA DE TELECONTROL**

### **2.36.1 Definición**

El sistema de telecontrol constará de los siguientes elementos:

- Centro de control, formado por un servidor en la nube complementado por un servidor físico y software SCADA totalmente web.
- Terminales remotas, con tecnología IoT GPRS-2,5/4G, para el control de la captación, bombeo, balsas y cámaras de válvulas, telelectura de contadores y control de la calidad y nivel piezométrico en pozos y sondeos.
- Sensores para medir:
  - o Presiones y caudales/volumen de impulsión, energía consumida y parámetros eléctricos de las estaciones de bombeo.
  - o Nivel y Caudales/volumenes en la estación de agua producto.
  - o Caudales/volumenes en las estaciones de bombeo.
  - o Nivel y capacidad de almacenamiento en el depósito y la balsa.
- Elementos de protección electromecánica para proteger los motores de las bombas compuesto por arrancadores suaves y variadores de frecuencia.

Para el cumplimiento de la Directriz 2 se instalarán sensores piezométricos

### **2.36.2 Elementos**

#### **2.36.2.1 Centro de control**

Consiste en un sistema con un servidor VPS 24x7 en la nube complementado por un ordenador potente o un servidor, en las oficinas del CAAF que recibirá información también del sistema de telecontrol, además se instalará un software SCADA totalmente

web que facilite el acceso desde cualquier ordenador, puesto de trabajo o dispositivo móvil con una conexión cibersegura.

El software cubrirá el control de la captación y estación de bombeo y de su planta eléctrica solar y de los puntos de almacenamiento (depósito y balsa).

Además, el sistema incluirá aplicaciones móviles y web para los responsables de explotación y mantenimiento, que les permitan monitorizar fácil y rápidamente las infraestructuras hidráulicas.

### **2.36.2.2 Estación remota**

Las estaciones remotas para la automatización, telecontrol deben ser fácilmente programables y configurables, y deben integrar protocolos de comunicación estándar y abiertos que garanticen la interoperabilidad con el centro de control y con otros sistemas de terceros. Se admitirá como protocolo base el modbus y, de forma complementaria, también los protocolos profibus, device-net, OPC-UA, MQTT.

Los elementos de comunicación (modem y routers) GPRS-2,5G/4G deben implementar mecanismos y reglas que garanticen la ciberseguridad del sistema. No se admitirá otro sistema de comunicaciones.

Todas las estaciones remotas deben implementar un registro local temporal de todas sus variables internas y de proceso (logger de datos) es decir, deben ser también dataloggers.

También se debe optimizar su consumo eléctrico para minimizar el diseño y potencia de los sistemas de alimentación, especialmente en aquellos puntos donde no haya energía eléctrica, donde se utilizarán sistemas de alimentación autónomos con pequeños paneles solares.

Todas las estaciones remotas irán dotadas de un sistema de alimentación con batería de backup que garantice su correcto funcionamiento en ausencia de energía eléctrica durante largos períodos de tiempo.

### **2.36.2.3 Sensores**

La instrumentación a instalar debe ser industrial, y que proporcione los datos de forma estándar para su adquisición, para ello estarán dotadas por salidas normalizadas estándar tipo 4...20 mA, pulsos y/o salidas serie para bus de campo tipo RS485 con protocolo abierto modbus, y debe tener el mínimo consumo eléctrico.

### **2.36.2.4 Elementos de protección electromecánica**

Para la protección y mando de las estaciones de bombeo se instalarán cuadros de control de motores que integrarán los interruptores magnetotérmicas y diferenciales para la proteger los motores de las bombas, con los calibres adecuados y cumpliendo la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Destacando:

- Dos arrancadores suaves en el bombeo de la captación.
- Un variador de frecuencia en la estación de bombeo.

## **2.36.3 Equipamiento**

### **2.36.3.1 Captación de agua de mar**

Se instalarán los siguientes elementos:

- Estación remota para telecontrol y automatización de estación de bombeo de captación de agua de mar, que debe integrar:
  - o Armario / gabinete IoT DA35 12.6.4-N con modem integrado modular e intercambiable GPRS-2,5G/4G, y puerto serie RS4485 modbus, con 4 EC para contador (o configurables como ED), 8 ED entradas digitales auxiliar para detectores con contacto libre de potencial, con 4 EA 4...20 mA para sensores, 6 SD salidas digitales, IP20 IK7
  - o Antena externa cuatribanda 2,5G/3G/4G, de alta ganancia 9 dB, para montaje en mástil o en pared, con cable tipo LMR de 4m y conectores macho N y SMA
  - o Cargador regulador de baterías tipo PSC 12-24 Vcc/10A,

- Fuente de alimentación 230Vca/ 12-24 Vcc
  - Detector de intrusismo en puerta de armario
  - Selector Automático / Manual local y pulsador marcha (ON) / paro (OFF)
  - Relés para mando y adquisición de señales
  - Bornas fusible de protección
  - Bornas de conexión 2,5 mm<sup>2</sup>
  - Cableados, canaleta y elementos señalizadores, y prenses
  - P.P. de montaje del conjunto
- Sonda transductor de presión.
  - Sonda de nivel de agua.
  - Caudalímetro para medida de caudal y volumen impulsado.
  - Dos válvulas motorizadas con un actuador eléctrico que será controlado por la estación remota.
  - Separador protector galvánico RS485-RS485, alimentación 10-24 Vcc, montaje carril DIN, conexión con bornas.
  - Antena omnidireccional externa tipo botón-tapa GPRS-2,5G/4G cuatribanda de 9 dB, IP67, con 4 metros de cable RG58 y conector SMA macho, incluyendo un soporte universal para montaje en pared o en mástil de 1", con su respectivo mástil de 3 m de longitud de 1" de diámetro de acero galvanizado, su soporte en acero inoxidable, regulable y fijación a mástil mediante abrazaderas a pared

### **2.36.3.2 Estación de bombeo de agua producto**

Se instalarán los siguientes elementos:

- Estación remota para telecontrol y automatización de estación de bombeo de captación de agua de mar, que debe integrar:
  - Armario / gabinete IoT DA35 12.6.4-N con modem integrado modular e intercambiable GPRS-2,5G/4G, y puerto serie RS4485 modbus, con 4 EC para contador (o configurables como ED), 8 ED entradas digitales auxiliar para detectores con contacto libre de potencial, con 4 EA 4...20 mA para sensores, 6 SD salidas digitales, IP20 IK7

- Antena externa cuatribanda 2,5G/3G/4G, de alta ganancia 9 dB, para montaje en mástil o en pared, con cable tipo LMR de 4m y conectores macho N y SMA
  - Cargador regulador de baterías tipo PSC 12-24 Vcc/10A,
  - Fuente de alimentación 230Vca/ 12-24 Vcc
  - Detector de intrusismo en puerta de armario
  - Selector Automático / Manual local y pulsador marcha (ON) / paro (OFF)
  - Relés para mando y adquisición de señales
  - Bornas fusible de protección
  - Bornas de conexión 2,5 mm<sup>2</sup>
  - Cableados, canaleta y elementos señalizadores, y prenses
  - P.P. de montaje del conjunto
- 
- Sonda transductor de presión.
  - Sonda de nivel de agua.
  - Caudalímetro para medida de caudal y volumen impulsado.
  - Una válvula motorizada con un actuador eléctrico que será controlado por la estación remota.
  - Separador protector galvánico RS485-RS485, alimentación 10-24 Vcc, montaje carril DIN, conexión con bornas.
  - Antena omnidireccional externa tipo botón-tapa GPRS-2,5G/4G cuatribanda de 9 dB, IP67, con 4 metros de cable RG58 y conector SMA macho, incluyendo un soporte universal para montaje en pared o en mástil de 1", con su respectivo mástil de 3 m de longitud de 1" de diámetro de acero galvanizado, su soporte en acero inoxidable, regulable y fijación a mástil mediante abrazaderas a pared

### **2.36.3.3 Arqueta de by-pass**

Para el telecontrol de las dos válvulas motorizadas en la cámara de by-pass se instalarán los siguientes elementos:

- Estación remota para telecontrol y automatización de estación de bombeo de captación de agua de mar, que debe integrar:

- Armario / gabinete envolvente de fibra de vidrio IP66 dimensiones 500x400x200, IP66, IK10, con cerradura de llave.
- Datalogger con modem integrado modular e intercambiable GPRS-2,5G/4G y puerto serie RS485 modbus y BL, con 2 EC para contador o configurables como ED, 6ED para detectores binarios con contacto libre de potencial y 2 EA 4...20 mA para sensores, y 4 SD para mando de válvulas, grado de estanqueidad IP67 batería interna.
- Antena externa cuatribanda 2,5G/3G/4G, de alta ganancia 9 dB, para montaje en mástil o en pared, con cable tipo LMR de 4m y conectores macho N y SMA
- Fuente de alimentación 12 Vcc
- Relés para mando y adquisición de señales
- Bornas fusible de protección
- Bornas de conexión 2,5 mm<sup>2</sup>
- Cableados, canaleta y elementos señalizadores, y presnes
- P.P. de montaje del conjunto
- Antena omnidireccional externa tipo botón-tapa GPRS-2,5G/4G cuatribanda de 9 dB, IP67, con 4 metros de cable RG58 y conector SMA macho, incluyendo un soporte universal para montaje en pared o en mástil de 1", con su respectivo mástil de 3 m de longitud de 1" de diámetro de acero galvanizado, su soporte en acero inoxidable, regulable y fijación a mástil mediante abrazaderas a pared
- Cuadro de protección y mando para dos válvulas de mariposa con actuadores motorizados de corriente continua Vdc, formado por:
  - Armario eléctrico de Poliéster reforzado 600x500x300 con placa de montaje.
  - Elementos de protección para los actuadores eléctricos.
  - Mando motor formado por contactores de CC para 2 válvulas.
  - Selectores Manual/Automático, Abrir (Open) / Cerrar (Close) para cada válvula.
  - Relés de auxiliares para mando.
  - Bornas fusible de protección.
  - Bornas de conexión, presnes, cableados y elementos señalizadores.
- Sistema de alimentación solar 150W para telemando para dos válvulas de mariposa motorizadas 24 Vdc con alimentación solar, formado por:

- Armario eléctrico de Poliéster reforzado 600x500x300 para alojar las baterías
- Fusibles de protección
- Cargador regulado solar de 10A
- Baterías AGM sin mantenimiento 24 Vdc / 250 Ah
- Paneles solares para 150W/ 24 Vcc
- Soporte metálico para paneles en suelo o en mástil

#### **2.36.3.4 Depósito de Mazacote**

Para el control y medida del nivel en el depósito de Mazacote se instalará:

- Datalogger IoT con modem embebido GPRS-2,5G/4G LTE-M1 y PS RS485 modbus, con 4 EC para contadores o configurables como ED, y 2 EA 4.,,20 mA para sensores, grado de estanqueidad IP68, y que dispondrá latiguillos M12 Ip68 para conexión de los sensores.
- Antena integrada cuatribanda GPRS-2,5G/4G, IP68.
- Sistema de alimentación autónomo mini-solar: regulador inteligente solar interno a 12V, batería interna recargable de litio 7V/5Ah para una autonomía de 10 semanas sin alimentación y una vida útil de 10 años y minipanel solar 5W/12V de reducidas dimensiones (35 mm x 16 mm x 2mm) con cable de 3 m y conector M12 IP68, y con accesorios para montaje en mástil o tapa de arqueta.
- Detector de desconexión de panel solar que generará una alarma de vandalismo
- Caja - minigabinete estanca IP67 para alojar y proteger el datalogger de poliéster reforzado de 270x270x170mm, con una placa de montaje, incluyendo prenses, cerradura con tornillos plásticos.

Para el telecontrol de las dos válvulas motorizadas en la cámara del depósito se instalará:

- Estación remota estación remota de telecontrol y automatización de depósito que debe integrar los siguientes elementos:
  - Armario / gabinete envolvente de fibra de vidrio IP66 dimensiones 500x400x200, IP66, IK10, con cerradura de llave

- RTU datalogger 8.6.2 con modem integrado modular e intercambiable GPRS-2,5G/4G y puerto serie RS485 modbus y BL, con 2 EC para contador o configurables como ED, 6ED para detectores binarios con contacto libre de potencial y 2 EA 4...20 mA para sensores, y 4 SD para mando de válvulas, grado de estanqueidad IP67 batería interna
- Antena externa cuatribanda 2,5G/3G/4G, de alta ganancia 9 dB, para montaje en mástil o en pared, con cable tipo LMR de 4m y conectores macho N y SMA
- Fuente de alimentación 12 Vcc, 2A
- Relés para mando y adquisición de señales
- Bornas fusible de protección para las señales y elementos interconectados
- Bornas de conexión 2,5 mm<sup>2</sup> para garantizar el correcto conexionado de los sensores
- Cableados, canaleta y elementos señalizadores, y prenses
- P.P. de montaje del conjunto

El resto del equipamiento de esta instalación estará compuesto por:

- Antena omnidireccional externa tipo botón-tapa GPRS-2,5G/4G cuatribanda de 9 dB, IP67, con 4 metros de cable RG58 y conector SMA macho, incluyendo un soporte universal para montaje en pared o en mástil de 1", con su respectivo mástil de 3 m de longitud de 1" de diámetro de acero galvanizado, su soporte en acero inoxidable, regulable y fijación a mástil mediante abrazaderas a pared.
- Cuadro de protección y mando para dos válvulas de mariposa con actuadores motorizados de corriente continua Vdc, formado por:
  - Armario eléctrico de Poliéster reforzado 600x500x300 con placa de montaje.
  - Elementos de protección para los actuadores eléctricos.
  - Mando motor formado por contactores de CC para 2 válvulas.
  - Selectores Manual/Automático, Abrir (Open) / Cerrar (Close) para cada válvula.
  - Relés de auxiliares para mando.
  - Bornas fusible de protección.
  - Bornas de conexión, prenses, cableados y elementos señalizadores.

- Sistema de alimentación solar 150W para telemando para dos válvulas de mariposa motorizadas 24 Vdc con alimentación solar, formado por:
  - Armario eléctrico de Poliéster reforzado 600x500x300 para alojar las baterías.
  - Fusibles de protección.
  - Cargador regulado solar de 10ª.
  - Baterías AGM sin mantenimiento 24 Vdc / 250 Ah.
  - Paneles solares para 150W/ 24 Vcc.
  - Soporte metálico para paneles en suelo o en mástil.

### 2.36.3.5 Balsa Tesejerague

Para el control y medida del nivel en la balsa de Tesejerague se instalará:

- Datalogger IoT, IP68, con 4 canales para lectura de 4 contador o caudalímetro con emisor de pulsos o sensores binarios, comunicación IoT y sistema de alimentación autónomo mini-solar S1, que integrará:
  - Datalogger IoT delta-4.0.2-G con modem embebido GPRS-2,5G/4G y puerto serie RS485 modbus, con 4 EC para contadores o configurables como ED, y 2 EA 4..,20 mA para sensores, grado de estanqueidad IP68 y que dispondrá latiguillos M12 Ip68 para conexión de los sensores.
  - Antena integrada cuatribanda GPRS-2,5G/4G, IP68.
- Caja - minigabinete estanca IP67 para alojar y proteger el datalogger de poliéster reforzado de 270x270x170mm, con una placa de montaje, incluyendo preses, cerradura con tornillos plásticos.

Para el telecontrol de las tres válvulas motorizadas en la cámara del depósito se instalará:

- Estación remota estación remota IoT de telecontrol y automatización de la balsa que debe integrar los siguientes elementos:
  - Armario / gabinete envolvente de fibra de vidrio IP66 dimensiones 600x500x200, IP66, IK10, con cerradura de llave.
  - Datalogger con modem integrado modular e intercambiable GPRS-2,5G/4G y puerto serie RS485 modbus y BL, con 4 EC para contador o

configurables como ED, 12ED para detectores binarios con contacto libre de potencial y 2 EA 4...20 mA para sensores, y 8 SD para mando de válvulas, grado de estanqueidad IP67 batería interna.

- Antena externa cuatribanda 2,5G/3G/4G, de alta ganancia 9 dB, para montaje en mástil o en pared, con cable tipo LMR de 4m y conectores macho N y SMA.
- Fuente de alimentación 12 Vcc, 2A.
- Relés para mando y adquisición de señales.
- Bornas fusible de protección para las señales y elementos interconectados.
- Bornas de conexión 2,5 mm<sup>2</sup> para garantizar el correcto conexionado de los sensores.
- Cableados, canaleta y elementos señalizadores, y prenses.
- P.P. de montaje del conjunto.

El resto del equipamiento de esta instalación estará compuesto por:

- Antena omnidireccional externa tipo botón-tapa GPRS-2,5G/4G cuatribanda de 9 dB, IP67, con 4 metros de cable RG58 y conector SMA macho, incluyendo un soporte universal para montaje en pared o en mástil de 1", con su respectivo mástil de 3 m de longitud de 1" de diámetro de acero galvanizado, su soporte en acero inoxidable, regulable y fijación a mástil mediante abrazaderas a pared.
- Cuadro de protección y mando para dos válvulas de mariposa con actuadores motorizados de corriente continua Vdc, formado por:
  - Armario eléctrico de Poliéster reforzado 600x500x300 con placa de montaje.
  - Elementos de protección para los actuadores eléctricos.
  - Mando motor formado por contactores de CC para 2 válvulas.
  - Selectores Manual/Automático, Abrir (Open) / Cerrar (Close) para cada válvula.
  - Relés de auxiliares para mando.
  - Bornas fusible de protección.
  - Bornas de conexión, prenses, cableados y elementos señalizadores.

Para alimentar las válvulas motorizadas, su estación remota y su cuadro de mando se instalará en el depósito una planta solar reforzada con un grupo electrógeno para garantizar las actuaciones continuas de las válvulas.

### **2.36.3.6 Centro de control**

En el centro de control se instalarán y pondrán en servicio los siguientes elementos:

- 1 Servidor Cloud VPS disponibilidad 24x7, tipo 204 con 4Gb RAM y 50 Gb Hd, cuota del servicio IaaS durante los años de garantía, que incluirá sistema Operativo Windows, Base de datos abierta SQL Server, escritorio remoto con acceso para 2 usuarios simultáneos, seguridad y antivirus, para alojamiento del software del centro de control, disponibilidad 24x7.
- 1 Ordenador para gestión y control de sobremesa con procesador i7, CPU Intel 4.60 GHz, RAM 8GB Ddr4, SSD 512 GB M.2, tarjeta gráfica integrada Intel, Windows 10 Pro, disco duro SSD de 240 GB (3D NAND, SATA, 2.5 Pulgadas), y con un monitor AOC E2270SWN - TN WLED de 21,5" (1920 x 1080 Pixels, Full HD, VESA, 5 ms, VGA), teclado y ratón; licencia Microsoft Windows 10 Pro.

El centro de control estará dotado por el siguiente software especializado:

- Licencias software para el servidor central de gestión s de la última versión oficial disponible para:
  - o Licencia Sistema operativo Windows Server 2019 Standard o superior
  - o Licencia CAL de acceso para al menos 2 clientes 2019 o superior
  - o Licencia de Base de datos SQL Server 2019
  - o Licencia Office
- Frontal conector de comunicaciones conectahub de datos e históricos: módulo software para interconexión al centro de control y configuración de las estaciones remotas, licencia para 150, incluyendo lo siguiente módulos y funcionalidades:
  - o Frontal / driver de comunicaciones software conectahub para control y gestión de las comunicaciones con las estaciones remotas datalogger IoT, y de todos los parámetros de proceso y variables internas de las estaciones remotas; y actualización remota del firmware de las estaciones remotas.

- Almacenamiento de los datos procedentes de las estaciones remotas de forma segura y complementaria a la Base de Datos central durante al menos 2 años.
- Servidor modbus-TCP integrado para interoperabilidad con SCADA
- Servidor OPC-UA integrado para interoperabilidad con SCADA
- Servidor FTP integrado para exportación de ficheros históricos en formato CSV a servidores remotos
- Módulo Data-Process para inserción automática de datos históricos de los datalogger en la BBDD SQL de históricos y alarmas
- Módulo para interoperabilidad con API-REST según el estándar ISO21622
- SCADA-web central de monitorización, telecontrol y gestión centralizada de las estaciones de bombeo, balsas, y de la red de distribución, que me incluirá al menos el suministro, programación y configuración de los siguientes módulos y funcionalidades:
  - Licencias runtime para full tipo-nebulaSCADA sin límite de variables / tags, en Servidor Cloud y desarrollo de la aplicación SCADA
  - Driver o conector de comunicaciones OPC UA
  - Pantalla general para monitorización de la red de riego, en formato mapa y en formato organigrama en el que se monitoricen los elementos y variables principales.
  - Pantallas de monitorización y parametrización de cada elemento singular para control rápido y efectivo de las estaciones de bombeo, balsas, cámara de válvulas.
  - Pantallas de control, telemando y automatización de arranque de las estaciones de bombeo
  - Paneles específicos de monitorización y parametrización de la instrumentación: medidores de energía, sondas de presión y nivel, contadores y caudalímetros.
  - Pantallas de visualización de alarmas e incidencias, y envío automático vía email de las principales alarmas de la red.
  - Modelado de la BBDD de tags, registros de estados y alarmas, y parametrización de sus históricos y de las consignas de alarmas.

- Configuración de los módulos de históricos y de informes, así como el envío automático de alarmas e informes por email.
- Parametrización de las comunicaciones para interrelación del SCADA con el frontal de comunicaciones y las estaciones remotas, así como el registro en la BBDD de la calidad de las mismas.
- Software app-web de control y gestión de infraestructuras hidráulicas para los responsables de la explotación y para los agricultores de la red desde dispositivos móviles, para 150 estaciones remotas de riego durante los años de garantía, integrando las funcionalidades y servicios de:
  - app-web monitor para los responsables de la explotación de la red desde dispositivos móviles, con las funcionalidades y servicios de:
    - Monitorización de estados (variables analógicas y digitales) de las EB, de las balsas y sus válvulas, de la instrumentación.
    - Vista del estado histórico de flujo y consumo de las válvulas;
    - Geolocalización: monitoreo mediante mapa tipo Google Maps de la posición de los diferentes elementos hidráulicos del sistema y de sus estados y variables.
    - Monitorización de las alarmas organizadas por elementos hidráulicos.
    - Visualización de los gráficos históricos de las variables hidráulicas, energéticas y de las estaciones remotas.
    - Descarga de datos históricos en formato hoja de cálculo (CSV), pudiendo reenviarse por email, mensajes, servicios disponibles en los dispositivos móviles.

### **2.36.3.7**

### **Sondas piezométricas**

Sensor piezorresistivo: Sistema de medición de nivel, a través de la presión hidrostática, que aporte las siguientes características:

- Rango de medida: 0 – 300m
- Principio de medida: Capacitiva de cerámica (presión relativa-sellada (SG))
- Margen mínimo programable: 0 - 90m
- Rango máximo programable: 0 – 300m

- Rango de temperatura: -10°C a +70°C
- Sobrepresión: 4 – 40 bares
- Desviación T° Punto cero: Mejor que  $\pm 0,02$  % °C
- Desviación T° Rango Total: Mejor que  $\pm 0,02$  % °C
- Linealidad/Estabilidad: Mejor que  $\pm 0,2$  % FS /  $\pm 0,2$  % FS
- Estabilidad en el tiempo: Mejor que  $\pm 0,1$  % FS por año
- Precisión de la medición: Mejor que  $\pm 0,1$  % FS en rango 10 a 30°C. Mejor que  $\pm 0,2$  % FS en rango total de temperatura.
- Voltaje: 10-30V DC (12-30V DC para longitudes de cable superiores a 100m)
- Señal de salida: 4 – 20 mA (pasiva)
- Cable: 2 x 0,5 mm<sup>2</sup> (presión) + 5 x 0,15 mm<sup>2</sup> (datos), protegido, aislamiento PUR resistente al aceite.
- Longitud del cable: 12 – 320m
- Protección: IP68, soporta una presión estática igual al margen máx. de medición.

#### Sistema de alimentación:

- Módulo Fotovoltaico 75W
- Regulador de carga 12 /24 Vdc 15 A
- Estructura metálica.
- 2 unidades de Batería estática 12Vcc a 30°.

Los datalogger empleados para el envío de los datos al sistema de control serán del tipo que puedan ofrecer las siguientes características:

- Elementos de protección
- Datalogger:
  - Registrador de datos 4G con GPS.
  - E/S integradas y ampliables, funciones lógicas, control remoto y gestión de alarmas.
  - 4 puertos de comunicación integrados (1 Ethernet 100 Mbps, 1 RS232 / RS485, 1 RS485, 1 MicroUSB).
  - 8 Canales E/S integrados 4 Entradas digitales / totalizadores, 2 Entradas Analógicas mA /V, 2 Salidas de Relé.
  - Soporte de protocolos de comunicación Ftp, Smtip, SMTP, HTTP rest, https, ModBUS RTU, ModBUS TCP-IP, NB-IoT y SMS.

- Programación abierta y flexible PLC, gracias a un entorno dedicado para el desarrollo de la lógica de control.
- Batería de BACKUP (Duración Aprox: 60 min).

## **2.37.- FORJADOS**

### **2.37.1 Definición**

Dentro de esta unidad se incluyen tanto los tipos de forjados de semivigueta y bovedilla como las placas aligeradas usados en la obra.

Los forjados usados tienen las siguientes características:

- Forjado de 20+5, HA-30 B-500S, a base de semiviguetas de hormigón armado dobles, separadas entre ejes 82 cm, con bovedilla de 20 cm de alto y capa de compresión de 5 cm de HM-30, elaborado en central, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado.

Las placas aligeradas tienen las siguientes características:

- Placa de 20+5, HA-40 B-500S, ancho de placa 120 cm (mínimo 12 cm) alto 20 cm y capa de compresión de 5 cm de HM-25, canto total 25 cm, elaborado en central, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado.
- Placa de 25+5, HA-40 B-500S, ancho de placa 120 cm (mínimo 12 cm) alto 20 cm y capa de compresión de 5 cm de HM-25, canto total 30 cm, elaborado en central, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado.
- Placa de 25+5, HA-40 B-500S, ancho de placa 120 cm (mínimo 30 cm) alto 20 cm y capa de compresión de 5 cm de HM-25, canto total 30 cm, elaborado en central, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado.
- Placa de 30+5, HA-40 B-500S, ancho de placa 120 cm (mínimo 30 cm) alto 30 cm y capa de compresión de 5 cm de HM-25, canto total 35 cm, elaborado en central, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado.

### **2.37.2 Características generales**

Las tolerancias en las dimensiones transversales de las viguetas serán de cinco milímetros (5 mm) en más y dos milímetros (2 mm) en menos. La tolerancia en la longitud de las viguetas será de dos centímetros (2 cm) en más o en menos. El alabeo medido en forma de flecha horizontal, será siempre inferior a 1/500 la longitud de la vigueta. Las viguetas no presentarán, en sus condiciones normales de apoyo, una contraflecha superior a 1/500 de su longitud.

### **2.37.3 Normativa de obligado cumplimiento**

- UNE-EN 15037:2010 Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla.
- Código Estructural.

### **2.37.4 Criterios de medición y abono**

Se medirá y abonará por unidad (Ud) realmente ejecutada. El precio incluye el transporte a obra desde fábrica y todos los elementos auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

## **2.38.- BLOQUES DE HORMIGÓN VIBRADO**

### **2.38.1 Definición**

Formada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos naturales y/o artificiales. Con largo de 20 cm, ancho de 25 cm y 50 cm de altura o largo de 12 cm, ancho de 25 cm y 20 cm de altura con densidad de 2.200 Kg/m<sup>3</sup> en ambos casos.

Su resistencia media a la compresión será de clase R6. Poseerán un índice de absorción < 10%.

### **2.38.2 Criterios de recepción**

De entre los bloques entregados durante la jornada, se tomarán al azar, y en una misma operación, 10 unidades. Si entre ellas no aparece ninguna defectuosa, la partida quedará aceptada.

Si aparecen una o más piezas defectuosas, se tomará una nueva muestra de 10 unidades por cada 100 piezas entregadas o fracción, no siendo aceptable la partida si el número de piezas defectuosas supera el 5% sobre la muestra total. En este caso el fabricante podrá realizar una inspección de la totalidad de la partida, reponiendo las piezas defectuosas.

No serán aceptables reclamaciones posteriores a cuatro días, desde la entrega referente a este aspecto.

### **2.38.3 Ejecución de las obras**

La ejecución de las obras será estable y plana y estará perfectamente aplomada.

Las hiladas se levantarán perfectamente alineadas horizontalmente sobre la de replanteo, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Previamente se nivelará la superficie de apoyo de la primera hilada. Estarán asentadas con juntas verticales alternadas y tendeles a nivel.

Las armaduras de tendel se colocarán embebiéndolas en el mortero, cuidando de que queden centradas en el grueso del tendel. Para garantizar la transmisión de esfuerzos del acero en los solapes de las armaduras a través del mortero, es imprescindible realizar correctamente los solapes con una longitud mínima de unos 25 cm para armaduras con capa epoxy, y de 20 cm para las galvanizadas e inoxidable. Se evitará que en el solape queden las armaduras montadas unas encima de las otras.

Si por necesidades constructivas la longitud de solape tuviera que ser menor que la mínima exigida, podrá recurrirse al doblado en patilla de los alambres longitudinales de las armaduras prefabricadas de tendel.

Las armaduras de tendel deberán dejarse en espera entre dos fases de obra para completar el muro incorporándolas a los tendeles de la segunda fase.

Los bloques se colocarán untados y asentados sobre mortero, ajustándose mientras se encuentre éste todavía blando, con la cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm de espesor, quitándose el mortero sobrante con la paleta sin ensuciar ni rayar el bloque. Las juntas verticales serán de al menos 5 mm y estarán perfectamente rellenas de mortero. Se colocarán secos, humedeciéndose únicamente la superficie en contacto con el mortero e inmediatamente antes de su empleo. Los bloques que queden mal colocados o removidos, deben ser levantados y colocados de nuevo.

No se utilizarán piezas de medio bloque, excepto en los casos singulares.

A medida que se levante la fábrica, se recogerán las rebabas de mortero y se apretarán contra las juntas.

La longitud de los paños no debe sobrepasar 3 veces la altura del mismo. En ningún caso sobrepasará los 8 m.

Los encuentros de esquinas, o con otras paredes, se realizarán mediante enlaces en todas las hiladas y en todo el espesor de la fábrica.

Si el forjado descansa sobre la fábrica, el apoyo será suficiente para transmitirle todos los esfuerzos. La unión de la fábrica a la estructura se realizará según las especificaciones de la NTE-EFB.

No se tabicará de los pisos inferiores a los superiores, para evitar la transmisión de cargas a través de los forjados. De no ser posible, se dejará una holgura de 2 cm. entre la última hilada y el forjado o elemento estructural superior, tras autorizarlo la Dirección Facultativa. Esta holgura se rellenará con mortero de cemento, transcurridos al menos 4 días.

Se dispondrá una armadura de refuerzo, antes de poner los bloques de la hilada que forma el antepecho de las ventanas. Estará formada por 2 Ø 6, sobresaliendo lateralmente del plano interior de cada jamba, a ambos lados del mismo, 1/4 del ancho total del hueco.

La entrega de los tabiques separadores con el techo se ejecutará mediante material elástico, para no transmitirles los asentamientos de la estructura y forjados. En tiempo fuertemente lluvioso se protegerán las partes ejecutadas, colocando láminas de plástico, para evitar la erosión de las juntas.

En tiempo extremadamente seco, se mantendrá húmeda la fábrica ejecutada, para evitar la evaporación del agua del mortero.

Para un correcto acabado de la fábrica es muy importante no ensuciar el bloque cara vista durante su ejecución, protegiéndolo si es necesario. Si fuese necesaria una limpieza final se puede realizar mediante proyección de agua a presión y un cepillado posterior, o bien utilizando una mezcla de agua con ácido clorhídrico al 7-8 % limpiándolo posteriormente con agua.

Cuando sea necesario, los bloques se cortarán limpiamente con maquinaria adecuada para cumplir los requisitos dimensionales y mantener un aspecto uniforme. Se procurará reducir el corte de piezas lo más posible, ajustando las dimensiones de la fábrica a las dimensiones de modulación del bloque.

#### **2.38.4 Control de calidad**

El lote estará formado por todas las unidades de la misma referencia fabricados en un mismo día, en una máquina determinada. Esta cantidad no será superior a 15.000 unidades.

Las muestras se tomarán al azar, de las piezas que componen el lote que hayan superado el control de aspecto. Estas piezas serán debidamente identificadas y conservadas.

En su identificación se incluirá la fecha de fabricación del lote y la fecha a partir de la cual el fabricante garantiza los valores caracterizados.

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad del hormigón (UNE-EN 772-13:2001).
- Absorción de agua (UNE-EN 772-11:2011).
- Succión de agua (UNE-EN 772-11:2011).
- Variación de la humedad (UNE-EN 772-14:2002).
- Resistencia a compresión (UNE-EN 772-14:2002).
- Dimensiones y forma (UNE-EN 772-16 y UNE-EN 772-20:2001/A1:2006).
- Sección bruta, neta e índice de macizo (UNE-EN 772-2:1999).

Si uno o varios de los ensayos no presenta resultados satisfactorios, se procederá a realizar, para las características en duda, dos series de ensayos de contraste, salvo que el suministrador decida retirar el lote. Si estos controles complementarios son satisfactorios el lote es aceptado y si no lo son será rechazado.

#### **2.38.5 Normativa de obligado cumplimiento**

- NTE-EFB. "Estructuras de Fábrica de: Bloques".
- NTE-FFB. "Fachadas de Fábrica de: Bloques".

#### **2.38.6 Criterio de medición y abono**

Se abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado y los criterios de medición serán los especificados en las unidades de obra. Se medirá la unidad ejecutada.

En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra, así como los medios de protección de la pared de fachada, durante el transcurso de todos los trabajos.

### **2.39.- MAMPOSTERÍA**

#### **2.39.1 Definición**

Revestimiento de paramentos verticales con mampostería de piedra natural o artificial.

### **2.39.2 Condiciones previas**

Las fábricas que sustenten los mampuestos tendrán la suficiente resistencia para soportar el peso de éste.

Se comprobará antes de la ejecución que el replanteo es conforme al proyecto y que la superficie del soporte está lisa. Se comprobará que la superficie soporte sea dura, esté limpia, y tenga la porosidad y planeidad adecuadas, sea rugosa y estable, y esté totalmente seca.

### **2.39.3 Componentes**

- Placas o mampuestos de piedra natural o artificial.
- Elementos de anclaje y separadores.
- Mortero de cemento.
- Pasta de escayola.
- Adhesivos.

### **2.39.4 Ejecución de las obras**

En el caso de las placas se colocarán en obra, suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos y dispositivos preparados para su elevación. La sujeción de las placas se confiará únicamente a los dispositivos de anclaje previstos y probados antes del suministro de las placas.

Los anclajes serán de acero inoxidable, cobre o latón cuando se vayan a recibir con escayola, y de acero inoxidable o galvanizados cuando se reciban con mortero de cemento. Los anclajes se recibirán en los orificios practicados en los cantos de las placas y en los cajeados abiertos en los paramentos base.

Entre placa y paramento se dejará un hueco de 2 cm., que se rellenará de arena por lo menos hasta la altura del zócalo para evitar roturas por golpes. El relleno se hará en tongadas sucesivas de 25 cm., con intervalo de 2 horas.

Las carpinterías, barandillas y todos los elementos de sujeción irán fijados sobre la fábrica, nunca sobre el chapado. El recibido del anclaje se hará humedeciendo previamente las superficies del hueco.

Las juntas de dilatación del edificio se mantendrán en el chapado o mampuestos.

### **2.39.5 Control de ejecución**

Se realizará un control cada 200 m<sup>2</sup> o fracción, con una frecuencia de dos comprobaciones en trabajos exteriores. En las interiores el control se realizará con una frecuencia de 2 comprobaciones cada 400 m<sup>2</sup> de planta o fracción.

Durante el proceso de ejecución, se realizarán los siguientes controles:

- Dimensiones y escuadras de las placas: No serán de aceptación las variaciones superiores a  $\pm 3\%$ .
- Disposición de anclajes: No se aceptarán las disposiciones distintas a las especificadas.
- Desplome del chapado: Los desplomes interiores superiores a 1/1000 de la altura del paño serán inaceptables. No se admitirá cualquier desplome exterior.
- Planeidad del chapado o mampostería: No se aceptará ninguna variación superior a 2 mm. entre juntas más salientes medidas sobre una regla de 2 m.

Finalizada la ejecución, se comprobará con regla de 1 m. su aplomado y planeidad, así como su rejuntado.

Si las placas tienen la veta muy marcada, se procurará combinar el conjunto para conseguir continuidad. Se comprobará su correcta adherencia y buen aspecto.

### **2.39.6 Normativa de obligado cumplimiento**

NTE-RPC. "Revestimientos de paramentos: Chapados".

### **2.39.7 Criterios de medición y abono**

La forma de medición será por superficie realmente ejecutada, incluso moquetas en desarrollo. Se incluirán asimismo las piezas especiales, anclajes, rejuntado y limpieza.

## **2.40.- ENFOSCADO, MAESTREADO Y FRATASADO CON MORTERO**

### **2.40.1 Condiciones generales**

En superficies interiores, cumplirá las siguientes condiciones:

- Adherencia adecuada al paramento recubierto.
- Resistencia a las acciones mecánicas.
- Ausencia de grietas u oquedades.
- Regularidad de superficies.
- Perfección de encuentros, esquinas, etc.
- Absorción regular de la humedad en toda su superficie.
- Coloración y aspecto estético deseable.
- Espesor suficiente.

En superficies exteriores cumplirá, además:

- Resistencia a las acciones climáticas.
- Protección del soporte frente a los agentes atmosféricos.

Antes de la ejecución:

- Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir.
- Se tapanán los defectos con el mismo tipo de mortero del enfoscado.
- Enfoscados interiores: estará terminada la cubierta o tendrá  $\geq 3$  forjados por encima del actual.
- Enfoscados exteriores: estará terminada la cubierta y funcionando la evacuación de aguas.
- Enfoscados vistos: previamente se recibirán los elementos fijos, como ganchos y cercos.

Durante la ejecución:

- Se amasará sólo la cantidad a utilizar.

- No se añadirá agua después del amasado.
- Se humedecerá el soporte previamente limpio.
- En tiempo de heladas, se suspenderá la ejecución y se comprobará la parte enfoscada al reanudar los trabajos.
- Antes de confeccionar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.
- En tiempo extremo lluvioso el paramento se cubrirá con lonas o plásticos, o se suspenderán los trabajos cuando el paramento no esté protegido.
- En tiempo extremadamente seco y caluroso o en superficies sobrecalentadas expuestas al sol, se suspenderá la ejecución. Igualmente se suspenderá cuando la superficie esté expuesta a vientos secos y cálidos.

Después de la ejecución hasta el fraguado del mortero:

- Se mantendrá húmedo, pasadas 24 horas de su colocación.
- No se fijarán elementos, hasta pasados  $\geq 7$  días.
- Se evitarán los golpes o vibraciones.
- No se permitirá el fraguado artificial.

Se respetarán las juntas estructurales. Se cortará el paso de agua de lluvia mediante goterón.

#### **2.40.2 Ejecución de las obras**

Operaciones de preparación del soporte:

- Rascado de juntas de fábricas.
- Aplicación de lechada de cemento puro, 3-4 mm de espesor, espaciando 3 horas la aplicación del revestimiento.
- Creación de rugosidades en superficies lisas y colocación de mallas.
- Eliminación de hollín y manchas.
- Eliminación de rebabas de morteros y manchas de sales cristalizadas.
- Eliminación de pinturas. Barrido y lavado del soporte.
- Humectación adecuada.

Operaciones del maestreado:

- Se dispondrán maestras, de bandas de mortero, en elementos singulares (perímetro del techo, esquinas, rincones y guarniciones de huecos).
- En los ángulos se ejecutarán maestras dobles.
- Se situarán maestras intermedias, separadas entre sí  $\leq 1$  m.
- Tras humedecer la superficie se aplicará el mortero entre las maestras; se introducirá en las irregularidades para aumentar su adherencia.
- Se extenderán una o varias capas con la dosificación, espesor y acabado especificados.
- El espesor de cada capa será  $\leq 15$  mm.
- Se alisará la superficie con el fratás o llana de madera mojada en agua.
- Cuando haya de aplicarse algún revoco o estuco posterior, la superficie se dejará suficientemente rugosa.

Se reforzará con malla de solape  $\geq 10$  cm el encuentro entre paredes o elementos verticales no enjarjados. En los encuentros de pared con techo se enfoscará primero el techo.

Las aristas se sacarán vivas y rectas, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

### **2.40.3 Control de ejecución**

Tolerancias en paramentos a revestir:

- a) Desplomes de superficies:
  - Fábrica de ladrillo o bloques: 10 mm en planta; 30 mm en todo el edificio.
  - Mampostería, hormigón ciclópeo o fábrica de hormigón: 20 mm en planta hasta 4 m de altura; 30 mm en todo el edificio.
  - Pilares prefabricados de hormigón armado: 5 mm hasta 5 m de altura; 8 mm para  $> 5$  m.
  - Paneles prefabricados: 3 mm hasta 5 m de altura; 5 mm para  $> 5$  m.
- b) Desnivel en techos:
  - 2 mm en 1 m de longitud; 10 mm en todo el local.

Tolerancias en paramentos revestidos:

a) Trabajos ordinarios

- No más de 3 desigualdades de profundidad o altura  $\leq 5$  mm, en 3 m.
- 15 mm en toda la altura.
- 15 mm en toda la luz.
- 10 mm en todo el elemento.

b) Trabajos de calidad

- No más de 2 desigualdades de profundidad o altura  $\leq 3$  mm, en 1 m.
- 3 mm/m de altura, pero  $\leq 10$  mm en toda la altura.
- 3 mm/m de longitud de elemento, pero  $\leq 10$  mm en toda su longitud o en todo el local hasta la viga saliente.
- 3 mm/m de altura o de longitud del elemento, pero  $\leq 5$  mm en todo él.

#### 2.40.4 Normativa de obligado cumplimiento

"NTE-RPE. "Revestimientos de Paramentos: Enfoscados".

Código Técnico de la edificación (CTE).

#### 2.40.5 Criterios de medición y abono

Su medición y abono se realizarán por metros cuadrados ( $m^2$ ) realmente ejecutados. Se descontarán los huecos  $> 1,50 m^2$ ; se medirá el desarrollo de mochetas. Se incluirán en el precio los trabajos de preparación del soporte, realización de maestras, montaje de andamios y pequeño material.

### 2.41.- PASAMUROS

#### 2.41.1 Condiciones generales

Su ejecución comprende las operaciones que siguen a continuación:

- Preparación de la zona de trabajo
- Demolición del elemento con los medios adecuados
- Troceado y apilado con los medios adecuados

El hueco tendrá forma circular y habrá de atravesar la totalidad del espesor del muro.

Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se dispongan y de las condiciones de transporte.

Una vez finalizados los trabajos, la superficie quedará limpia de restos de material.

#### **2.41.2 Condiciones de ejecución**

Se seguirá el orden de trabajos previstos en el Proyecto.

En caso de encontrar armadura, la solución a adoptar para mantener las características mecánicas se someterá a la consideración de la Dirección de la Obra.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras. La zona afectada por las obras quedará convenientemente señalizada.

Los trabajos se realizarán de manera que molesten lo menos posible a los afectados. Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros.

#### **2.41.3 Criterios de medición y abono**

Se medirá y abonará por unidad (Ud) realmente ejecutada. En el precio unitario se incluyen todos los materiales, medios auxiliares y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

### **2.42.- CARPINTERÍA METÁLICA**

#### **2.42.1 Definición**

Ventanas, balconeras o puertas de acero inoxidable, con todos sus mecanismos para un funcionamiento correcto de apertura y cierre, colocadas sobre un premarco, y con los tapajuntas colocados.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Ventanas o balconeras:
  - Replanteo.
  - Colocación, aplomado y nivelado de la ventana o balconera.
  - Sujeción definitiva a la pared o premarco y sellado.
  - Eliminación de rigidizadores y tapado de agujeros si es el caso.
  - Colocación de los mecanismos.
  - Colocación de los tapajuntas.
  - Limpieza de todos los elementos.
  
- Puertas:
  - Replanteo.
  - Colocación, aplomado y nivelado del marco, y sellado de las juntas.
  - Montaje de las hojas móviles.
  - Eliminación de los rigidizadores.
  - Colocación de los mecanismos y los tapajuntas.
  - Limpieza de todos los elementos.

#### **2.42.2 Condiciones generales**

Se ajustará a la Memoria, Planos del Proyecto, explicaciones verbales de la Dirección Facultativa y normas de la buena construcción.

Estará bien escuadrada; cualquier defecto será causa de sustitución del elemento completo. El marco estará bien aplomado, sin deformaciones de sus ángulos, al nivel y en el plano previsto. Irá provista de todos los tipos de herrajes necesarios; éstos funcionarán perfectamente. Abrirá y cerrará correctamente.

No gravitará ningún tipo de carga sobre el marco y los burletes y las juntas de materiales blandos estarán limpios y libres.

Cumplirá los valores de aislamiento térmico y acústico previstos, en función del acristalamiento.

Holgura entre la hoja y el marco:  $\leq 0,2$  cm.

Tolerancias de ejecución:

- Replanteo:  $\pm 10$  mm.
- Nivel previsto:  $\pm 5$  mm.
- Horizontalidad:  $\pm 1$  mm/m.
- Aplomado:  $\pm 2$  mm/m.
- Plano previsto del marco respecto a la pared:  $\pm 2$  mm.

El Constructor presentará, a petición de la Dirección Facultativa, descripción del objeto a emplear y, si fuese necesario, un modelo a escala natural.

#### **2.42.2.1 Ventanas o balconeras**

El marco estará sujeto al premarco con tornillos autorroscantes o de rosca métrica, de acero inoxidable o cadmiado, separados 60 cm como máximo, y a menos de 30 cm de los extremos.

Todo herraje fijado sobre ella quedará perfectamente ajustado en las cajas abiertas en ella, bien sean cercos o elementos móviles. Los elementos sobre los cuales se fijen se debilitarán lo mínimo posible. Cualquier clase de herraje se podrá sustituir con facilidad; su funcionamiento será perfecto.

Una vez colocada la ventana o balconera mantendrá los valores de permeabilidad al aire, estanqueidad al agua y resistencia al viento indicados en la Documentación Técnica.

#### **2.42.2.2 Puertas**

El marco estará trabado a la obra con anclajes galvanizados, separados 60 cm como máximo, y a menos de 30 cm de los extremos. Holgura entre la hoja y el pavimento:  $\geq 0,2$  cm,  $\leq 0,4$  cm.

#### **2.42.3 Materiales**

La Dirección Facultativa podrá ordenar ensayos que aseguren el buen comportamiento de los materiales empleados.

### **2.42.3.1 Ventanas**

En el bastidor se admitirán los siguientes tipos de perfiles:

- Laminados en caliente: de eje rectilíneo, sin alabeos o rebabas.
- Conformados en frío: de fleje de acero galvanizado y doble agrafado; espesor  $\geq$  0,8 mm.

### **2.42.3.2 Junquillos**

Serán de fleje de acero galvanizado, conformado en frío, de espesor  $\geq$  0,5 mm; los encuentros se cubrirán con cantoneras de igual material.

### **2.42.3.3 Puerta**

Su perfil será de acero laminado en caliente, según norma UNE 36536:1973, o de acero conformado en frío, de fleje de acero galvanizado, doble agrafado, de espesor  $\geq$  0,8 mm. Su superficie será lisa, sin alabeos, fisuras, abolladuras, deformaciones ni rebabas.

Sus ejes serán rectos; tendrá las dimensiones indicadas en Proyecto.

### **2.42.3.4 Tornillo y remache**

Será de acero galvanizado. La cabeza estará bien formada y bien marcada la ranura en que se introduce el destornillador. Los filetes estarán bien calibrados y abrazarán dos tercios de su longitud; sus filos serán limpios y sin rebabas.

Tendrá el grueso y la longitud necesaria para el uso al que sea destinado. No presentará imperfección alguna en su forma o fabricación.

### **2.42.3.5 Herrajes y accesorios**

Serán de materiales inoxidables; no producirán efectos electrolíticos ni pares galvánicos.

#### **2.42.4 Ejecución de las obras**

Las uniones entre perfiles se realizarán mediante soldadura. Quedarán unidos en todo su perímetro de contacto. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Los cercos se fijarán con garras o pernos a la obra de fábrica, debidamente imprimados.

La carpintería se instalará en la última fase de la obra, una vez terminados los trabajos en que intervenga el cemento en zonas próximas. Se instalará bien escuadrada, previo uso de nivel y plomada. En ningún caso se desmontarán ni abrirán las hojas mientras no hayan fraguado las garras de sujeción. Se protegerán los herrajes. Se eliminarán las rebabas debidas a la soldadura.

Se colocará con la ayuda de elementos que garanticen la protección del marco contra el impacto durante todo el proceso constructivo, y otros que mantengan el escuadrado hasta que quede bien trabado

Cuando se trate de perfiles laminados, la carpintería se protegerá con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

Para la colocación del marco se preverán los espesores de los acabados del paramento o del soporte al que esté sujeto.

#### **2.42.5 Transporte y almacenamiento**

La carpintería se almacenará en obra en sentido vertical.

#### **2.42.6 Control de ejecución**

##### **2.42.6.1 Cerco**

- Desplome fuera de la vertical  $\leq 2$  mm. por metro.
- Estará enrasado con el paramento, con variación  $\leq 2$  mm.
- La fijación será perfecta.
- Las patillas estarán perfectamente empotradas.
- El mortero llenará el paramento completamente.
- En la fijación de la peana, existirá taco expansivo, estará en el centro y el tornillo estará bien apretado.

#### **2.42.6.2 Puerta**

La colocación y fijación de los herrajes será perfecta.

#### **2.42.6.3 Ventanas**

El Constructor presentará dos muestras de los materiales a emplear; una quedará como testigo. Se realizarán los controles en obra que considere oportunos la D.F.

No se permitirán los siguientes defectos en la colocación:

- Desplome  $\geq 2$  mm por metro.
- Falta de enrase con el paramento o variación  $> 2$  mm.
- Falta de empotramiento de las patillas.
- Deficiente llenado de mortero.
- Taco expansivo inexistente en la peana, no está centrado o tiene el tornillo insuficientemente apretado.

#### **2.42.7 Normativa de obligado cumplimiento**

- NTE-FDC. "Fachadas. Defensas: Cierres".
- NTE-FCL. "Fachadas. Aleaciones Ligeras".
- NTE-FCA. "Fachadas. Carpintería de: Acero".
- NTE PPA. "Particiones. Puertas de: Acero".

#### **2.42.8 Criterio de medición y abono**

Se medirá y abonará el número de unidades (ud) colocadas de iguales dimensiones y características, según especificaciones del Proyecto, o por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie realmente ejecutada.

## **2.43.- CERRAMIENTOS**

### **2.43.1 Materiales**

Se emplearán perfiles laminados en caliente, de eje rectilíneo, sin alabeos o rebabas. Irán unidos mediante soldadura en todo su perímetro de contacto. Sus ejes se encontrarán en un mismo plano; sus encuentros formarán ángulo recto.

Los perfiles laminados estarán protegidos con imprimación anticorrosiva, de espesor 15 micras.

### **2.43.2 Control de ejecución**

El Contratista presentará dos muestras de los materiales a emplear; una quedará como testigo. Se realizarán los controles en obra que considere oportunos la Dirección Facultativa.

No se permitirán los siguientes defectos en la colocación:

- Desplome  $\geq 2$  mm por metro.
- Falta de enrase con el paramento o variación  $> 2$  mm.
- Falta de empotramiento de las patillas.
- Deficiente llenado de mortero.

### **2.43.3 Normativa de obligado cumplimiento**

NTE-FDB: "Fachadas. Defensas: Barandillas"

### **2.43.4 Criterio de medición y abono**

Se medirán y abonarán los metros lineales (ml) de reja realmente ejecutada, incluso montaje y material auxiliar.

## **2.44.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **2.44.1 Obra civil**

#### **2.44.1.1 Forjados y cubiertas**

Las cubiertas de los centros estarán diseñadas de forma que impidan la acumulación de agua sobre ellas, estancas y sin riesgo de filtraciones.

En los forjados se distinguirán dos casos:

- Forjados de carga puntual, cuando el acceso al transformador y materiales se efectúa a través de tapas practicables situadas debajo de un forjado.
- Forjados para carga móvil que se pueden diferenciar dos zonas:
  - La de maniobra que soportará una carga como mínimo de 600Kg/m<sup>2</sup>.
  - La del transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000Kg/m<sup>2</sup> apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

#### **2.44.1.2 Puertas, trampas y trampillas de escaleras**

En los Centros de Transformación de tipo subterráneos las tapas de acceso, a instalar en el piso de aceras o calzadas, se ajustarán a la norma EN-124, siendo de clase D-250 cuando se instalen en zonas peatonales y D-400 cuando estén situadas en sitio de tráfico rodado. Siendo las dimensiones mínimas de luz de 0,80 x 0,60 m para las tapas de acceso al personal y de 2,10 x 1,25m para las tapas de acceso de materiales.

Las puertas de acceso al Centro de Transformación llevarán el cartel de señalización correspondiente compuesta por señal triangular del riesgo eléctrico; asimismo llevarán serigrafiado en color negro el código del centro.

### **2.44.1.3 Ventilación**

Para la evacuación del calor generado en el interior del Centro de Transformación deberá posibilitarse una circulación de aire, pudiendo diseñarse dos tipos de ventilaciones:

- Ventilación natural: La altura entre la entrada y la salida del aire será máxima. Para la ventilación natural en Centros superiores a 630KVA se determinará de acuerdo con las normas particulares de eDistribución. Para potencias inferiores a 630KVA será como mínimo de 0,22m<sup>2</sup> por cada 100KVA instalado. En Centros de Transformación de tipo subterráneo la ventilación se hará necesariamente con torretas verticales.
- Ventilación forzada: Cuando por las características de ubicación del centro sea imposible ventilar éste por ventilación natural, se adoptará el sistema de ventilación forzada. En la ventilación forzada no podrá rebasarse los niveles de ruido permitidos por la Ordenanzas Municipales en el punto de instalación en horario nocturno. Se dispondrá de dos extractores dotados de un dispositivo que permita el funcionamiento alternativo. Se instalará un sistema de alarma que paralice el sistema de ventilación forzada en caso de incendios, y que cierre las lamas, estrangulando la salida del fuego.

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas dobles que impidan la entrada de agua y en su caso, tendrán una tela mosquitera de latón de 6 mm que impida la entrada de pequeños animales. Las rejillas serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21micras y 1,5mm de espesor, acero inoxidable o de otros materiales que presenten un grado de insensibilidad a los agentes atmosféricos igual o superior a los anteriores. Las rejillas irán instaladas de manera que no tengan contacto eléctrico con el sistema equipotencial. La tornillería será de acero inoxidable AISI 316 L.

### **2.44.1.4 Grado de protección**

El grado de protección de la parte exterior de los Centros de Transformación, incluidas las rejillas de ventilación, será IP23 según la norma UNE 20324-93 y de IK 10 según UNE 50102, declaradas de obligado cumplimiento.

#### **2.44.1.5 Pozos de recogida de aceite**

Al utilizar un transformador de éster biodegradable, se dispondrá únicamente de una bandeja de recogida.

#### **2.44.1.6 Canales interiores**

Los canales interiores para los cables tendrán una profundidad de 40cm y un ancho de 50cm, siendo el fondo con una solera inclinada con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables. Los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60m. Estos canales fuera de las celdas estarán cubiertos por una serie de tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituidos por perfiles recibidos en el piso.

#### **2.44.1.7 Desagües**

En los Centros de Transformación de tipo subterráneos ubicados en primer sótano, tanto el propio local como los canales deberán contar con un desagüe suficiente por gravedad. En los que no exista desagüe suficiente por gravedad se deberá disponer de bomba de achique, cuya cota superior se encuentre por debajo de la rasante del suelo del centro.

#### **2.44.1.8 Iluminación**

Los Centros de Transformación dispondrán de instalación de alumbrado suficiente a la superficie del mismo, lámpara de emergencia de 180lm y 1 hora de autonomía y una toma de corriente. La instalación será vista y todos los receptores contarán con protección magnetotérmica individual y protección diferencial.

### **2.44.1.9 Equipos de seguridad**

Todos los Centros de Transformación estarán equipados de los siguientes equipos de seguridad: Cartel de primeros auxilios, 5 reglas de oro, guantes aislantes para 30kV, pértiga de salvamento y banqueta aislante.

### **2.44.1.10 Equipotencialidad**

Los Centro de Transformación estarán construidos de manera que su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se unirá un conductor rígido de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> formando un anillo en todo su perímetro, al que se unirá también el mallazo del piso, dejando en ambos casos una punta de cable de cobre de 0,20 m que se unirán a la tierra de las masas.

En el caso de centros prefabricados, cada pieza de las que forman parte del edificio, deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados posible para poder medir la continuidad eléctrica de la armadura. Deberán tener dos puntos en su interior, fácilmente accesibles y protegidos contra golpes, para la conexión a tierra.

## **2.44.2 Instalación eléctrica**

Todos los materiales eléctricos deberán contar con los certificados emitidos por laboratorios acreditados, sobre cumplimiento de las normas UNE que le sean exigibles

### **2.44.2.1 Celdas de maniobra y protección**

La aparamenta de A.T. estará montada en cabinas metálicas siendo las características de las mismas las siguientes:

- |                   |       |
|-------------------|-------|
| - Norma UNE-EN    | 60298 |
| - Norma IEC       | 298   |
| - Tensión nominal | 20kV  |

- Tensión más elevada	24kV
- Nº de fases	3
- Frecuencia nominal	50Hz
- Intensidad nominal de aparamenta	630/400 A
- Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1)	50kV
- Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50ms)	125 KV
- Intensidad dinámica en barras	46,07 KA
- Grado de protección sobre piezas en movimiento	IHP-1 (UNE 20324)
- Grado de protección sobre piezas en tensión	IHP-2 (UNE 20324)

Las celdas se construyen para su utilización en las siguientes condiciones de servicio:

- En el interior.
- Temperatura máxima del ambiente 40°C, siendo su valor medio en 24 horas no superior a 35°C.
- Temperatura mínima del ambiente -5°C.
- Altitud de instalación no superior a los 1.000 m sobre el nivel del mar.
- El aire del recinto no contendrá polvo, humo, gases o vapores corrosivos o inflamables, ni sales en cantidad apreciable.

Todas estas condiciones de servicio se corresponden con las exigencias de la Norma UNE-EN 60298.

#### **2.44.2.2 Puente de Media Tensión de unión Protección Transformador - Transformador**

Conductor unipolar de cobre de campo radial apantallado con las siguientes características:

- Sección: La que corresponda por cálculo con un mínimo de 1x35 mm<sup>2</sup> de cobre.
- Tensión nominal: 12/20 kV. Designación UNE: DHZ1 12/20.
- Tensión de prueba: 37.000 V.
- Aislamiento: Será de cualquiera de los tipos que se indican a continuación: polietileno modificado, etileno propileno o polietileno reticulado.
- Cubierta: Tipo CV2 según UNE 21175-1

- Pantalla: Fleje de cobre de 0'1 mm de espesor mínimo. Intensidad máxima de cortacircuito en la pantalla: superior a 790 A durante 1 seg.
- Resistencia óhmica en C.C. a 20°C: 0'379 Ohm/Km como máximo.
- Intensidad admisible en régimen permanente a 25°C: 190 A Disyuntor ruptofusible automático con 3 cortacircuitos de APR y timonería.
- Tensión aislamiento: 24 kV.
- Extintor del arco: por soplado axial de aire comprimido.
- Velocidad de maniobra: independiente del operador (apertura y cierre brusco).
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto: 50 kV eficaces.
- Tensión de ensayo al choque, onda 1'2/50 micro seg: 125 kV - cresta.
- Poder de corte mínimo: 500 MVA.
- Mando manual por palanca con transmisión y enclavamiento. Salida delantera.

#### **2.44.2.3 Bobina de disparo**

La celda de protección del Transformador va equipada mediante bobina de disparo a 220 V, 50 VA, accionada desde el termómetro de esfera de doble contacto a 220 V – 6 A, instalado en la cuba del transformador. La canalización eléctrica está formada por: Cable 1 x 2'5 mm<sup>2</sup> Cu 750 V bajo tubo PVC rígido Rexa PG-13.

Protección mediante interruptor automático magnetotérmico 2 x 6 A en caja de protección.

#### **2.44.2.4 Cartuchos fusibles**

Cartuchos de alto poder de ruptura con dispositivo percutor para disparo de la timonería del interruptor. Tensión de servicio (valor medio): 25 kV. Poder de corte simétrico: 500 MVA.

#### **2.44.2.5 Transformador**

El transformador debe cumplir con lo establecido en las normas CEI 60076 además con el Reglamento 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

#### **2.44.2.6 Conectores**

Los cables de entrada y salida, así como los de unión de la celda de protección con el transformador se realizará mediante bornas enchufables normalizados en el caso de las celdas de línea y con conos y bornas enchufables en el caso de la celda de protección.

La conexión de los cables de entrada y salida de línea de AT en las celdas SF6 se realizará mediante conectores estancos 630 A de intensidad, atornillables.

La conexión entre la protección del transformador y el primario de éste se realizará mediante conectores enchufables estancos de intensidad adecuada mínima de 200 A.

#### **2.44.2.7 Conos deflectores**

Los conductores de 400 mm<sup>2</sup> Al y 35 mm<sup>2</sup> Cu de 12/20 kV de aislamiento plástico de campo radial serán conectados en sus extremos mediante terminales tipo conos deflectores a campo radial de acuerdo con las características del cable.

Dispondrá de toma de tierra en la pantalla del conductor realizada mediante trenza de cobre de 25 mm<sup>2</sup>.

#### **2.44.2.8 Terminales de cobre**

Para cables de 50 mm<sup>2</sup> Cu en conexión a tierra serán a compresión. El taladro de la pala será M-12.

#### **2.44.2.9 Terminales bimetálicos**

Terminales bimetálicos de 150mm<sup>2</sup> de Al, M.T. serán a compresión del tipo bimetálico Al-Cu. El taladro de la pala de cobre será M-12.

#### **2.44.2.10 Circuitos de tierra**

Todas las partes metálicas de los aparatos y equipos instalados en el Centro de Entrega y Medida se unen a la tierra de protección, así como la armadura del edificio.

En el interior del Centro habrá un circuito de tierra de herrajes de A.T. y B.T. Estos circuitos se realizarán mediante varillas de cobre electrolítico desnudo de 8mm de diámetro que irán adosadas a las paredes mediante fijaciones formadas por abrazaderas de diámetro adecuado. Las uniones y derivaciones se realizarán mediante terminales de presión.

Las uniones con la toma de tierra exterior se realizarán mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> y accesorios de unión.

La disposición y composición de la toma de tierra será la obtenida mediante cálculo. Los valores de las tierras deberán ser iguales o inferiores a 14'4 Ohms

#### **2.44.2.11 Puente de Baja Tensión**

Se utilizarán conductores 0,6/1 KV con las siguientes características:

- Nivel de aislamiento: 1.000 V
- Sección: Conforme a cálculos
- Materiales: Cu o Al
- Material de aislamiento: Plástico termoestable 90°C
- Cubierta: según condiciones de ubicación. Generalmente compuestos termoplásticos 70°C

Si se establecen varios conductores por fase, éstos deberán tener la misma sección, material conductor, aislamiento y longitud.

#### **2.44.2.12 Aparatos de medida**

Los aparatos de medida deberán ser contrastados en laboratorios oficiales, a costa del adjudicatario suministrador o pedir su verificación oficial si así lo ordena el Director de las Obras.

#### **2.44.2.13 Pasillos**

La anchura de los pasillos de servicio será tal que permita la fácil maniobra de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos. Cumplirán con lo expuesto en la ITC-RAT 14, apartado 6 y recomendaciones de las normas particulares de la compañía suministradora.

#### **2.44.2.14 Otros materiales**

El resto de los materiales como aisladores, pértigas, etc. serán sometidos a prueba, limitándose las diligencias previas para su recepción a un reconocimiento por parte del Director de Obra.

### **2.44.3 Condiciones de ejecución y montaje**

Las instalaciones de Centros de Transformación de tipo Interior serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según Decreto 141/2009 y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente, cumpliéndose, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación en cuanto a formas, sistemas de protección, puesta a tierra, medidas, número de aparatos, calidad, etc., sólo podrá realizarse previa autorización por escrito del Ingeniero-Director de la obra.

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los elementos constitutivos del Centro de Transformación sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

La colocación del Transformador en su celda se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo de la misma, colocando las bornas de A.T. para el lado del fondo. Una vez instalado el Transformador, se realizarán las conexiones previstas en el lado de A.T. y en el de B.T.

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida que no se encuentren sometidas a tensión.

Asimismo deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias de los transformadores de medida, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje.

En los circuitos secundarios de los transformadores de medida se aconseja la instalación de dispositivos que permitan la separación, para su verificación o sustitución, de aparatos por ellos alimentados o la inserción de otros, sin necesidad de desconectar la instalación y, en el caso de transformadores de intensidad, sin interrumpir la continuidad del circuito secundario.

La instalación de estos dispositivos será obligatoria en el caso de aparatos de medida de energía que sirvan para la facturación de la misma.

La instalación de los transformadores de medida se hará de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación o eventual sustitución.

Se prohíbe la instalación de contadores, máxímetros, relojes, bloques de prueba, etc., sobre los frentes de las celdas de medida donde la proximidad de elementos sometidos a alta tensión (ITC-RAT 12), presentan riesgos de accidentes para el personal encargado de las operaciones de verificación, cambio de horario y lectura.

Esto no se aplicará a los conjuntos de aparataje previstos en la ITC-RAT 16 y 17.

Ningún circuito de B.T. se situará sobre la vertical de los circuitos de A.T. ni a menos de 45 cm en otro caso, salvo que se instalen tubos o pantallas metálicas de protección

Las conexiones de los conductores a los aparatos, así como los empalmes entre conductores, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las conexiones de B.T. se ajustarán a lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Las conducciones o canalizaciones de Baja Tensión deberán ser dispuestas y realizadas de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En las conducciones o canalizaciones de alta tensión, se tendrá en cuenta, en la disposición de las canalizaciones, el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se procurará reducir al mínimo sus riesgos adoptando las siguientes medidas:

- Las conducciones o canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no autoextinguibles, ni se encontrarán cubiertas por ellos.
- Los revestimientos exteriores de los cables deberán ser difícilmente inflamables.
- Los cables auxiliares de medida, mando, etc., se mantendrán siempre que sea posible, separados de los cables con tensiones de servicio superiores a 1kV o deberán estar protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- Las galerías subterráneas, atarjeas, zanjas, y tuberías para alojar conductores deberán ser amplias y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas, o bien estarán provistas de tubos de drenaje.

La instalación de los cables aislados podrá ser:

- Directamente enterrado en zanja abierta en el terreno con lecho y relleno de arena debidamente preparado. Se dispondrá una línea continua de ladrillos o rasillas encima del cable, a modo de protección mecánica. Cuando el trazado discurra por zonas de libre acceso al público, se dispondrá asimismo, una cinta de señalización con la indicación de A.T.
- En tubos de hormigón, cemento o fibrocemento, plástico o metálicos, debidamente enterrados en zanjas.
- En atarjeas o canales revisables, con un sistema de evacuación de agua cuando estén a la intemperie. Este tipo de canalizaciones no podrá usarse en las zonas de libre acceso al público.

- En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared, adoptando las protecciones mecánicas adecuadas cuando discurran por zonas accesibles a personas o vehículos.
- Colgados de cables fiadores, situados a una altura que permita, cuando sea necesario, la libre circulación sin peligro de personas o vehículos, siendo obligatoria la indicación del máximo gálibo admisible.

Cuando cualquiera de estas canalizaciones atraviese paredes, muros, tabiques o cualquier otro elemento que delimite secciones de protección contra incendios, se hará de forma que el cierre obtenido presente una resistencia al fuego equivalente.

Los cables se colocarán de manera que no se perjudiquen sus propiedades funcionales.

Los conductores de las líneas de tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Con carácter general se recomienda que sean conductores desnudos instalados al exterior de forma visible.

En el caso de que fuese conveniente realizar la instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión, no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

En la instalación de los electrodos se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

#### **2.44.4 Almacenamiento**

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

#### **2.44.5 Criterios de aceptación y rechazo**

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Antes de la instalación, el Contratista presentará al Ingeniero-Director los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por el Ingeniero Director.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección de obra aunque no estén indicadas en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los laboratorios que elija la Dirección, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección de obra, aún después de colocado, si no cumplierse con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación del Centro de Transformación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

#### **2.44.6 Reconocimientos**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero-Director procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrada su correcto funcionamiento.

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por el Ingeniero-Director de obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se

comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidad nominal y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Compactación de zanjas, reposición de firmes y pavimentos afectados.
- Geometría de las obras de fábrica, foso del Transformador y del propio Centro de Transformación.
- Estado de los revestimientos, pinturas y pavimentos del Centro de Transformación y ausencia en estos de grietas, humedades y penetración de agua.
- Acabado, pintura y estado de la carpintería metálica del Centro de Transformación.
- Ejecución de los sistemas de ventilación del Centro de Transformación.
- Ejecución de sistema de iluminación del Centro de Transformación.

#### **2.44.7 Pruebas y ensayos**

Una vez ejecutada la instalación, se procederá por parte de entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes, la medición de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia del sistema de tierra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes.

- Prueba de operación mecánica: Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparallaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos: Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.
- Verificación de cableado: Verificación conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayo a frecuencia industrial: Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 4 de la tabla II de la norma UNE-EN 60298 durante un minuto. El procedimiento de ensayo queda especificado en el punto 24.2. de dicha norma
- Ensayo de la red de media tensión: Se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre estos y tierra. Si fuera posible se procederá a la puesta en tensión de la red en vacío y volviendo a medir la resistencia de aislamiento.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control: Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-60298. Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras Una vez cumplido el plazo de garantía, se podrá proceder a la recepción definitiva de las obras e instalaciones, así como al abono de la liquidación de las mismas. Finalmente se volverá a medir la resistencia de aislamiento de la red de A.T. y las tomas de tierra del Centro de Transformación que deberán permanecer por encima de los mínimos admitidos.

#### **2.44.8 Mantenimiento**

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de los Centros de Transformación son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada. Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales. La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

#### **2.44.9 Seguridad y salud**

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse en los Centros de Transformación, se garantizará que:

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

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6. 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.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo, el Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 14), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas.

En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

#### **2.44.9.1 Protección contra incendios**

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en los Centros de Transformación estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.1 de la ITC RAT- 14 y Reglamentaciones específicas aplicables, considerándose los dos sistemas de protección contra incendios posible, bien de tipo pasivo o de tipo activo.

#### **2.44.9.2 Distancias de seguridad**

La distancia de seguridad entre fases y fase-tierra para el centro de transformación, serán las mínimas previstas en las tablas 4 y 5 de la referida MIE RAT-12 en sus apartados 3.3 y 3.3.1.

#### **2.44.9.3 Aparatos de maniobra**

Los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica, deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 60298 y en las instrucciones ITC RAT- 06 e ITC RAT-16.

#### **2.44.9.4 Protecciones**

De acuerdo con la ITC RAT-09 los Centros de Transformación estar protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que pueden originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando estas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

#### **2.44.9.5 Protecciones contra sobreintensidades**

En el punto 1 de la ITC RAT-09, se indica que contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles. En el apartado 4.2.1 de la misma instrucción técnica complementaria se señala como proteger a los transformadores de distribución contra las sobreintensidades, de acuerdo con los criterios señalados en los apartados a) y b).

#### **2.44.10 Reparación y reposición**

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

#### **2.44.11 Inspecciones periódicas**

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas de los Centros de Transformación son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada TRES (3) años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas

de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

#### **2.44.11.1 Inspecciones**

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección

periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los

resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

#### **2.44.11.2 Defectos detectados**

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

### **2.44.11.3                      Certificados**

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del Decreto 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA,

éste estampará su sello oficial. Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

#### **2.44.12 Normativa de obligado cumplimiento**

- UNE-EN 60298.
- IEC 298.
- UNE 21175-1.
- ITC-RAT 14.
- ITC-RAT 16.

#### **2.44.13 Medición y abono**

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el presupuesto, y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

En los precios quedan incluidos todos los accesorios y actividades necesarias para su completa ejecución.

### **2.45.- EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA INDUSTRIAL DESALADA**

#### **2.45.1 Bombas**

##### **2.45.1.1 Generalidades**

Todas las bombas llevarán válvulas de retención y descarga que permitan su aislamiento durante la marcha. Se dispondrán las que se considere que son necesarias para el funcionamiento correcto de la Instalación.

Las especificaciones de cada bomba, en particular: tipo, fabricante, velocidad, número de etapas, materiales, etc., se indicarán en el apartado 2.26 Bombas del presente Pliego.

Se realizará su conexión eléctrica de forma que se equilibre en lo posible las horas de funcionamiento de cada una de ellas.

En las instalaciones de bombeo, existirá una bomba de reserva que entrará automáticamente en marcha en caso de avería de la primera. Si el servicio requiere varias bombas en paralelo, la reserva quedará limitada al 50% por exceso de las existentes, y como mínimo alcanzará 1 unidad.

Las bombas cuyo caudal haya de ser variable en función de alguna medida de control, conseguirán la verificación mediante cambios continuos de su velocidad por variadores eléctricos de frecuencia

Todas las bombas centrífugas se diseñarán de forma que el punto nominal de funcionamiento sea el correspondiente a un caudal un 10% superior al previsto en los cálculos, con la misma presión, con las siguientes características:

- Caudal unitario: 600 m<sup>3</sup>/h.
- Altura manométrica: 25 m.c.a.
- Tipo de impulsor: Contrablock / Paso libre 80 mm.
- Salida de voluta DN 200 con guidera.
- Tipo de instalación: P=Extraíble por guías 2x 1 1/4".
- Con motor de 55 kW /400VY. 50Hz 1481 rpm.

Los distintos elementos de las bombas de la EDAM cumplirán las condiciones siguientes:

- Sistema de refrigeración: glicol + agua en camisa cerrada.
- Estanqueidad del eje: Doble junta mecánica SiC/SiC.
- Máx. Temperatura del líquido: 40°C.
- Protección térmica mediante TCS con sensores térmicos en el bobinado.
- Protección de estanqueidad por sistema DI, con sonda en la cámara de aceite.
- Protección de motor: IP 68.
- Aislamiento clase F (140°C).
- Material alojamiento del motor: EN-GLJ-250.
- Material eje del rotor: 1.4021 (AISI 420).
- Material impulsor: EN-GJL-250.
- Material voluta: EN-GJL-250.
- Material tornillería exterior: EN 1.4401 (AISI 316).

Como elementos auxiliares se dispondrá de:

- Pedestal.
- Soporte superior de tubo guía 2" AISI 316.
- Módulo de supervisión de bomba para señal de temperatura, humedad y salidas para alarma de temperatura y humedad y salida NC para bloqueo de bomba.

Las bombas serán montadas de tal forma que sus acoplamientos de entrada y salida del líquido impulsado no soporten tensiones producidas por las tuberías acopladas.

Si una bomba requiere, como parte de su mantenimiento preventivo, la limpieza e inspección periódica del interior de la carcasa, ésta deberá poder hacerse sin recurrir al desmontaje del motor de accionamiento ni de la propia carcasa.

Todas las tuberías de impulsión dispondrán de conexiones con válvula de caudal auxiliar y racord de 3/4", así como de manómetro fijo y bien visible desde el exterior, para posibilitar la medida de presión.

Las bombas irán dotadas de sistemas de extracción y montaje adecuados, así como válvula de retención individual, carretes de desmontaje y válvula de compuerta.

Todas las bombas centrífugas se instalarán con la aspiración bajo la carga hidrostática adecuada a fin de evitar el descebado y las vibraciones.

Se evitará asimismo y por ese motivo curvas cerradas y diseños complejos en la aspiración, que debe ser lo más simple y directa posible.

Cualquier bomba instalada en la planta dispondrá de las válvulas de aislamiento correspondientes además de las antirretorno que precise.

El funcionamiento de las bombas será preferentemente a 900 r.p.m., no siendo superior a las 1.500 r.p.m. en régimen normal. Únicamente se admitirá velocidades superiores si no fuera posible la adquisición en el mercado.

Las bombas sumergibles dispondrán de protecciones térmicas en los devanados del motor y detectores de humedad en la cámara intermedia de lubricación.

De aquellas piezas de la bomba (tubo elástico en las peristálticas, membranas o émbolos en las alternativas) cuya duración normal asegurada por el fabricante debe ser un dato fundamental en el proceso de selección, se indicará la duración garantizada. En general, se adoptarán para las bombas citadas los mismos criterios de instalación que para las bombas centrífugas.

#### **2.45.1.2 Bomba de captación**

La bomba llevará cierre mecánico de alta resistencia a la corrosión y será de acero inoxidable. Será de tipo sumergible, con sistema de vacío en la aspiración y dotada de variadores de frecuencia.

La aspiración de la bomba, la impulsión a través de los colectores y las conducciones de impulsión hasta la sala de la EDAM se realizará a través de los medios disponibles en el pozo de captación y de las tuberías existentes.

La velocidad del motor estará controlada mediante un convertidor de frecuencia que incorpora un módulo opcional de comunicación y la posibilidad de varias adaptaciones a la aplicación específica

#### **2.45.1.3 Bomba de alta presión**

Se preverá la instalación de bomba de alimentación independientes para el bastidor de ósmosis inversa, con capacidad de 2.000 m<sup>3</sup>/día de agua producto. La bomba será de carcasa partida y construida en acero inoxidable súper dúplex con un PREN 40/45 (med/mín). Llevarán cierres mecánicos para agua de mar.

Las válvulas de seguridad del circuito de lubricación irán dispuestas en lugar visible y accesible. En la descarga de dichas válvulas se instalarán elementos que permitan la fácil detección de fugas de aceite.

La velocidad del motor estará controlada mediante un convertidor de frecuencia que incorpora un módulo opcional de comunicación y la posibilidad de varias adaptaciones a la aplicación específica

#### **2.45.1.4 Bomba booster**

Se instalará una (1) bomba booster de recirculación al bastidor de ósmosis inversa construidas en acero inoxidable súper dúplex, con un motor de alto rendimiento.

La velocidad del motor estará controlada mediante un convertidor de frecuencia que incorpora un módulo opcional de comunicación y la posibilidad de varias adaptaciones a la aplicación específica.

#### **2.45.1.5                    Ensayos**

Los equipos suministrados serán sometidos a las pruebas concretas indicadas en la normativa. El resultado de dichos ensayos deberá entregarse previa a su instalación.

#### **2.45.1.6                    Instalación**

Será sobre bancada y la instalación de estas se ejecutarán según especificaciones técnicas del fabricante y en cumplimiento con la Normativa vigente.

#### **2.45.1.7                    Conducto de impulsión**

Se conectarán los equipos a las piezas especiales metálicas que forman los colectores de aspiración y de impulsión, de forma que no haya holgura y que se minimicen las vibraciones posibles que puedan trasladarse al resto de la estructura.

La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico de aspiración que impida el alojamiento de aire en su parte superior.

La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico de impulsión hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada

#### **2.45.2 Recuperador de energía**

Se instalarán intercambiadores de presión isobárica de desplazamiento positivo de alta presión, construida en acero inoxidable, según especificaciones técnicas indicadas en los Cuestionarios Técnicos o en el Anejo de Especificaciones de Equipos del proyecto.

Todos los materiales para los colectores en contacto con agua de mar o salmuera, en alta presión serán acero inoxidable 254SMO (UNS S31254) sin soldadura y en polietileno PE-100 PN-10 en baja presión.

#### **2.45.3 Pretratamiento**

Se instalarán filtros de cartucho, construida en acero inoxidable, cada filtro de cartuchos estará formado por cartuchos de polipropileno bobinado con un grado de filtración de una selectividad de cinco (5) micras. El número de unidades a suministrar se determinará de tal modo que la velocidad de filtración no supere los 0,6 m<sup>3</sup>/h por cada 250 mm en operación normal.

Los filtros serán cerrados de tipo cilíndrico vertical constituidos en PVC o PRFV.

Se dispondrá de indicadores de presión y transmisores de presión en la entrada y salida de los filtros de cartucho, para registro de la presión diferencial. Cuando se alcance una determinada presión diferencial se procederá al cambio o sustitución de los cartuchos filtrantes.

#### **2.45.4 Bastidor de ósmosis inversa**

Se instalará un bastidor de ósmosis inversa con una capacidad de producción de 83,3 m<sup>3</sup>/h. El diseño adoptado debe garantizar la producción, la calidad del agua producto requerida y debe reunir las siguientes características generales:

- La superficie activa de la membrana será de 40,8 m<sup>2</sup> (440 ft<sup>2</sup>).
- Se realizará el diseño adoptando un caudal específico por unidad de superficie de membrana inferior a 15.
- El diseño del bastidor de membranas debe garantizar un reparto hidráulico correcto dentro del sistema.
- El rango de temperatura para el diseño de la instalación será de 18-23°C.

Las membranas de ósmosis inversa irán colocadas en el interior de tubos de presión fabricados en PRFV, resistente a la presión de las bombas y a la corrosión. Estos tubos de presión estarán diseñados para albergar un máximo de siete (7) membranas y serán de entrada lateral. Se aceptan diseños con tubos multipuertos. La disposición de los tubos deberá garantizar el equilibrio hidráulico del conjunto del bastidor.

Las membranas deben ser suministradas por fabricantes conocidos internacionalmente, serán de poliamida aromática del tipo arrollamiento en espiral, de dimensiones 8"x40".

La conexión entre tubo de presión y colector deberá realizarse a través de dos acoplamientos flexibles tipo Victaulic, del tipo o clase adecuado para su empleo a 70 bar (1.000 psi) de presión nominal, para reducir y equilibrar los esfuerzos y las tensiones creadas en el bastidor.

La colocación de los tubos de presión al bastidor se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante. Los tubos de presión se instalarán sobre un bastidor metálico en acero inoxidable AISI 316.

### **2.45.5 Postratamiento**

El permeado del bastidor de ósmosis inversa tiene unos niveles de pH que pueden ser algo bajos para según qué usos. En el caso del permeado de la EDAM, para subir este pH a niveles normativos, se emplearán filtros cargados con calcita. De esta forma pasando previamente por estos filtros, el pH sufre una subida que lo sitúa en parámetros normales de uso para abasto, conforme al Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

Está previsto la instalación de un nuevo disolvedor de CO<sub>2</sub>.

Al final del tratamiento, se obtiene un agua no corrosiva con una dureza del orden de 60 mg/l de Ca<sup>2+</sup> y una alcalinidad superior a 30 mg/l de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, con un índice de Langelier entre ± 0,5.

### **2.45.6 Instrumentación**

El proyecto contempla instalar los equipos de medida que se detallan a continuación:

#### Filtración pretratamiento

- Indicador de presión entrada filtros de lechos.
- Indicador de presión salida filtros de lechos.

#### Filtración de afino

- Indicador de presión entrada filtros de cartuchos.
- Transmisor de presión entrada filtros de cartuchos.
- Indicador de presión salida filtros de cartuchos.
- Transmisor de presión salida filtros de cartuchos.

## Módulo de OI.

- Caudalímetro alimentación BAP.
- Caudalímetro alimentación PX LP-in.
- Caudalímetro impulsión bomba booster.
- Caudalímetro salida salmuera PX LP-out.
- Caudalímetro de permeado bastidor membranas OI.
- Presostato aspiración BAP.
- Presostato alimentación en alta presión bastidor OI.
- Transmisor de presión alimentación en alta presión bastidor OI.
- Transmisor de presión aspiración bomba booster.
- Transmisor de presión salmuera en alta presión bastidor O.
- Transmisor de presión salmuera en baja presión.
- Indicador de presión alimentación bastidor membranas OI
- Indicador de presión salmuera en alta presión bastidor OI.
- Indicador de presión salmuera en baja presión.
- Indicador de presión aspiración e impulsión bomba booster.
- Analizador de conductividad alimentación y producto OI.

Se instalarán los equipos necesarios para obtener la información suficiente para garantizar el control y la supervisión del proceso.

El material de contacto con el fluido deberá ser resistente al agua de mar o a la salmuera, como AISI 316L, Hastelloy o material plástico.

Todos los instrumentos serán a prueba del polvo y la humedad con grado de protección IP 65 en conformidad con la norma IEC 60529.

Todas las alarmas tendrán reflejo en la sala de control.

Todas las escalas del instrumento serán en unidades métricas usando el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las escalas y márgenes de medida se elegirán, siempre que sea posible, de forma que actúe entre el 50% y el 75% de la escala.

Las señales analógicas tendrán salida de 4-20 mA c.c.

Para los interruptores de proceso, se utilizará el contacto que te permita utilizar "lógica positiva" para indicar el estado correcto que permite el funcionamiento. La alarma de proceso se originará por la apertura de los contactos. Esta norma se aplica siempre a menos que se indique lo contrario.

Los instrumentos deben ser calibrados y ajustados en fábrica, aunque posteriormente el ajuste final se puede hacer en sitio de acuerdo a los rangos indicados en las hojas de datos.

#### **2.45.7 Sistema de control**

El mando, control y supervisión de las instalaciones se realiza utilizando el PLC general instalado en la sala de cuadros acondicionada.

La comunicación entre el PLC, E/S distribuidas, variadores de frecuencia, aplicación SCADA, etc., se realiza a través de un bus de comunicaciones DeviceNet.

Finalmente, la supervisión y control se realiza a través de la aplicación SCADA volcada sobre un ordenador de sobremesa.

Se deberá instalar un cuadro nuevo de E/S distribuidas para el nuevo módulo

#### **2.45.8 Equipos auxiliares generales**

El Contratista deberá disponer las plataformas y escaleras necesarias para hacer perfectamente accesibles todos los elementos de medición y control, tales como manómetros, termómetros, niveles, válvulas, registros, etc. En especial, cualquier lugar de la Instalación que deba ser objeto de un recorrido periódico del personal de operación deberá tener un acceso fácil y seguro y estará dotado de una plataforma fija.

Las plataformas y escaleras deberán tener en cualquier caso una anchura mínima de 80 cm. de paso libre, no permitiéndose en ningún caso escaleras de acceso del tipo pates. Las pasarelas y escaleras deberán llevar barandillas a ambos lados en los sitios que lo requieran.

Se tendrá en cuenta y se observará todo lo especificado en la ley de Prevención de Riesgos Laborales y en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Todos los elementos se diseñarán para soportar el peso de los operarios, herramientas y partes de la Instalación que se puedan colocar sobre ellos durante el montaje y revisiones periódicas. Se dispondrán todos los soportes y sujeciones que sean necesarios.

Se dispondrá de un panel de toma de muestras del producto procedente de cada tubo de presión, poniendo un panel por cada bastidor de membranas.

### **2.45.9 Pintura**

Después del montaje, todas las estructuras se limpiarán con cepillo metálico, tras lo cual se dará a todos los elementos una capa de imprimación, una intermedia y dos de acabado con esmalte sintético de calidad aprobada. El Supervisor decidirá los colores a utilizar en edificios y aparatos.

El interior de las celdas y armarios exteriores donde puedan producirse condensaciones deberá ser revestido de una composición anti condensación.

La medida de espesores se verificará en cada una de las capas de acuerdo con UNE 48258/2 y 4. Ninguna medida de un punto (promedio de tres lecturas) podrá ser inferior en ningún caso al 80% del espesor especificado. Si algún defecto pudiera afectar a la adherencia de la pintura (de acuerdo con UNE-EN-ISO 2409 o UNE-EN-24624) será necesario chorrear de nuevo y repetir el proceso completo desde el principio.

#### **2.45.10 Normativa de obligado cumplimiento**

Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

#### **2.45.11 Medición y abono**

Los equipos se medirán y abonarán por unidades completas e instaladas, de acuerdo con lo indicado en el Proyecto.

Los precios comprenden las operaciones necesarias para dejar estos elementos instalados en obra en perfectas condiciones de funcionamiento, según las especificaciones y planos de detalle que a propuesta del Contratista hubieran aprobado el Ingeniero-Director de las Obras.

En el precio se incluyen también las operaciones precisas para el montaje, los materiales y operaciones accesorias para apertura de cajas, taladros, sellados y rellenos con mortero, y demás trabajos necesarios para verificar el empotramiento en las condiciones fijadas.

Así mismo se incluyen los gastos de pruebas, ensayos, pintura, patente y demás gravámenes, que deberá satisfacer el Contratista para la adquisición.

## **2.46.- PLANTA FOTOVOLTAICA**

### **2.46.1 Definición**

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua (CC) y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna (CA). Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los componentes o sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red, básicamente son los siguientes:

1. Sistema generador fotovoltaico
2. Sistema de Acondicionamiento de potencia o inversor
3. Sistema de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

El sistema de acondicionamiento de potencia es el encargado de transformar la energía en forma de corriente continua en corriente alterna, el cual cumplirá con todos aquellos requisitos y condiciones de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, estando dotado de las correspondientes funciones de protección.

### **2.46.2 Condiciones generales de los componentes eléctricos de la instalación**

#### **2.46.2.1 Módulos fotovoltaicos**

También denominada como "placa fotovoltaica" o "panel fotovoltaico" es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene entre 20 y 40 células solares las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12V, 14V, etc.).

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como "Potencia pico" siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en CEM.

Todos los módulos fotovoltaicos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, su diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa de la obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Todos los módulos deberán satisfacer las Normas UNE para módulos de silicio cristalino o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- Encapsulante, constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.

- Cubierta exterior de vidrio templado, que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.
- Cubierta posterior, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- Marco de metal, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.
- Caja de terminales: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- Diodo de protección: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Marcos laterales (si existen) serán de aluminio o acero inoxidable
- Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo

La estructura del generador se conectará a tierra.

Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

#### **2.46.2.2**

#### **Células fotovoltaicas**

Constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (p-n), mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Los tipos más importantes de células solares son los siguientes:

- Silicio Monocristalino: material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.
- Silicio policristalino: silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.
- Silicio amorfo: compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si: H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Su eficiencia es solo del 6-8%. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

Los parámetros generales que caracterizan a las células fotovoltaicas universalmente vienen determinados por la irradiancia (Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie, expresada en kW/m<sup>2</sup>) y la temperatura cuyas condiciones estándar son las siguientes:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Asimismo, se define TONC como Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo

a una irradiancia de  $800 \text{ W/m}^2$  con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  y la velocidad del viento, de  $1 \text{ m/s}$ .

### **2.46.2.3 Inversor**

Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en alterna (CA), basándose en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad y, por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente. de tipo Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

Sus parámetros fundamentales vienen determinados por:

- Voltaje y corriente de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador
- Potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.).
- Frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.
- Voltaje de fase/s en la red
- Potencia reactiva de salida del inversor (para instalaciones mayores de  $5 \text{ kWp}$ )

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y uso.

El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal. El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los tipos de inversores más usados actualmente son los de conmutación forzada, que pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM).

Los requisitos técnicos que los inversores deben satisfacer serán los descritos a continuación:

- Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.
- Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

#### **2.46.2.4 Conductores**

Serán de cobre y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT. Cumplirán con la clasificación de reacción al fuego indicada en el reglamento de productos para la construcción (CPR). Cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente

y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

Los conductores necesarios serán de cobre y tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos, debiendo ser suficiente además para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

- Caída de tensión máxima en la parte de CC, 1,5%.
- Caída de tensión máxima en la parte de CA, 1%.

Teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %.
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %.
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE correspondiente.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos fotovoltaicos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será conforme a lo indicado en la norma UNE que le es de aplicación.

Se respetará en todo momento el REBT en lo que a conducciones de cable se refiere. Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.

Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable.

### **2.46.3 Conexión a la red**

#### **2.46.3.1 Punto de conexión**

La instalación fotovoltaica se conectará directamente a la red de distribución en Baja Tensión de la Compañía Distribuidora en el denominado "punto de conexión", el cual será determinado por la mencionada Compañía, de acuerdo con el Real Decreto 1699/2011, procurando que sea el más cercano posible al lugar de la ubicación de dicha instalación; si bien deben cumplirse en todo caso las siguientes condiciones:

- Los esquemas de conexión deben responder al principio de minimizar pérdidas en el sistema, favoreciendo el mantenimiento de la seguridad y calidad de suministro y posibilitando el trabajo en isla, sobre sus propios consumos, nunca alimentando a otros usuarios de la red.
- Las configuraciones de conexión deberán asegurar la fiabilidad de las medidas de energía producida y consumida
- Si la potencia nominal de la instalación de generación a conectar a la red de distribución es superior a 5 kW, la conexión de la instalación a la red será trifásica con un desequilibrio entre fases inferior a 5 kW.
- La contribución de los generadores al incremento o la caída de tensión en la línea de distribución de baja o media tensión, entre el centro de transformación o la subestación de origen donde se efectúe la regulación de la tensión y el punto de conexión, en el escenario más desfavorable para la red, no debe ser superior al 2,5

por ciento de la tensión nominal de la red de baja o media tensión, según corresponda.

- El factor de potencia de la energía suministrada a la red de la empresa distribuidora debe ser lo más próximo posible a la unidad y, en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25 por ciento de su potencia nominal.

Dentro del ámbito de aplicación del RD 1699/2011 y el RD 900/2015 las instalaciones de generación para autoconsumo, no podrán superar la potencia contratada por el consumidor.

En las instalaciones para autoconsumo, conforme al RD 900/2015, la instalación de generación se conectará aguas abajo del contador general de la instalación, mientras que, en instalaciones para venta de energía de acuerdo al RD 1699/2011 existirán circuitos independientes para generación y consumo, conectados en paralelo.

#### **2.46.3.2 Instalación de enlace con la red**

Contará con los siguientes elementos:

- Separación galvánica.
- Cuadro de salida.
- Medida
- Caja general de protección.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

El cuadro de salida estará ubicado en la salida de la instalación fotovoltaica, en lugar accesible a la empresa distribuidora, antes de la medida, y contará con los siguientes elementos:

- Interruptor general manual: interruptor magnetotérmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 kA, el cual deberá ser accesible a la Compañía Distribuidora

de energía en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por la Compañía Distribuidora en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

- Interruptor automático diferencial: Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.
- Interruptor automático de la interconexión: interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la red, accionado por relés de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente, y menos de 0,5 segundos de tiempo de actuación) y de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente durante más de 5 períodos).

Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la Compañía Distribuidora; y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la Compañía Distribuidora.

Todas las instalaciones de medida cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 18) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, así como con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y en la reglamentación vigente en materia de medida y seguridad y calidad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía producida.

Será requisito necesario para la facturación del régimen económico asociado a la condición de instalación de régimen especial, la existencia de un punto de medida de generación propio, e independiente

En los casos en los que la instalación de producción vaya a vender exclusivamente la energía excedentaria, se permitirá la opción de instalar un único equipo de medida con registros de generación y consumo independientes. En este caso, se requerirá la suscripción de dos contratos de acceso, uno para generación y otro para consumo.

Exclusivamente, cuando se trate de una instalación conectada en el lado de baja de un transformador propiedad del consumidor, el equipo de medida de la instalación de producción se instalará en dicho punto de conexión. En este caso el encargado de la lectura deberá dar conformidad a la configuración de medida.

Los procedimientos para la fijación de puntos de medida alternativos y las correcciones a efectuar en las medidas de forma que la medida corregida pueda considerarse igual a la energía circulada por el punto frontera serán los establecidos en las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento unificado de medidas del sistema eléctrico.

La clase de precisión de los puntos de medida de generación y consumo será conforme a lo establecido en la normativa de aplicación, garantizando el suministro de los datos requeridos para la facturación de las tarifas o peajes que correspondan.

La instalación de todos los equipos de medida se efectuará de forma que el encargado de la lectura disponga permanentemente de libre acceso a los mismos, debiendo garantizarse la veracidad e integridad de la medida.

Para las instalaciones de régimen especial de potencia igual o inferior a 10 kW, conectadas a una red interior, no será de aplicación el complemento por energía reactiva previsto en el artículo 29 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo

El punto de conexión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de la Compañía Distribuidora se establecerá en una Caja General de Protección (CGP) independiente, a la que, igualmente, llegará una acometida independiente. Cumplirá con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

### **2.46.3.3 Estructura soporte**

La estructura soporte de módulos fotovoltaicos deberá resistir, con éstos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terracea) como integrados sobre tejado. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

#### **2.46.3.4 Sistema de protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 14), de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Por tanto, la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 16) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **2.46.3.5 Toma de tierra**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

#### **2.46.3.6 Protecciones contra contactos directos**

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- Diferenciales.

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

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales, así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la ITC-BT-24.

Los diferenciales ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos. Están compuestos por:

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor. Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

#### **2.46.3.7 Protección contra contactos indirectos**

Los dos tipos más comunes son:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por empleo de equipos de clase II.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 del REBT y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE correspondiente.

Se emplean dispositivos del tipo:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Diferenciales

La protección con equipos de clase II se realiza por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

#### **2.46.3.8 Protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones**

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o Corriente Alterna.

### **2.46.3.9 Conductores eléctricos**

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT, y cumplirán con la clasificación de reacción al fuego indicada en el reglamento de productos para la construcción (CPR).

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por La Dirección Facultativa.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados. El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

### **2.46.3.10 Conductores de protección**

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> (con protección mecánica) o 4 mm<sup>2</sup> (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

#### **2.46.3.11 Tubos protectores**

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas

en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empalmes o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separadas 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo, y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT.

#### **2.46.3.12                    Canales protectores**

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

#### **2.46.3.13 Cajas generales de protección (CGP)**

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

#### **2.46.3.14 Cajas de protección y medida (CPM)**

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 5 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC-BT-13 del REBT. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

#### **2.46.3.15 Interruptor de protección contra incendios (IPI)**

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

#### **2.46.3.16 Caja de empalme y derivaciones (CD)**

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

#### **2.46.3.17 Equipo de medida**

Se establecen las siguientes prescripciones específicas de aplicación al equipo de medida:

- Instalado individualmente y potencia contratada  $< 15$  kW.
  - En la misma envolvente del equipo de medida se instalará una caja precintable que contendrá el interruptor frontera de la instalación, que será accesible a la empresa distribuidora en todo momento. Las medidas mínimas de la caja serán de 180 x 105 mm.
- Instalado individualmente y potencia contratada  $> 15$  y  $< 44$  kW.
  - Las dimensiones mínimas de la envolvente del equipo de medida serán de 700 x 500 mm en posición vertical. Anexo a la modulación para el equipo de medida se instalará una envolvente de las mismas características, precintable de dimensiones mínimas de 270 x 270 mm que contendrá el

interruptor frontera de la instalación, que será accesible a la empresa distribuidora en todo momento.

- Instalado individualmente y potencia contratada > 44 kW.
  - Las dimensiones mínimas de la envolvente del equipo de medida deben ser de 500 x 500 mm. Anexo a la modulación para el equipo de medida se instalará una envolvente de las mismas características, precintable de dimensiones mínimas 360 x 360 mm que contendrá el interruptor frontera de la instalación, que será accesible a la empresa distribuidora en todo momento.

#### **2.46.3.18 Cuadro de mando y protección**

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ICT-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias y permanentes.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

#### **2.46.3.19**

#### **Pequeño material y varios**

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

#### **2.46.4 Criterios de control y aceptación de los elementos y equipos**

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en idioma español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, etc.) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

**Generador Fotovoltaico:**

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT), satisfaciendo las especificaciones contempladas en las Normas UNE para módulos de silicio cristalino, o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún

laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

- Llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

### **Inversor:**

El inversor deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad y terminales.

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

### **Contadores y equipos:**

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

### **Cuadros generales de distribución:**

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

### **Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:**

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

### **Cables eléctricos, accesorios para cables, etc**

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo, aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

#### **2.46.5 Control de ejecución**

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según Real Decreto 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente, cumpliéndose, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

La instalación fotovoltaica incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

El montaje de los elementos se registrará de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT.

En el caso de estructura sobre el suelo, será necesaria la excavación de las zapatas, colocando a continuación la armadura metálica pertinente. A continuación, se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de la estructura, procediéndose a continuación, a la colocación de la misma.

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación,

maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

Terminada la instalación eléctrica fotovoltaica, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

#### **2.46.5.1 Instalación de módulos fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras, debiendo evitarse instalaciones con ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo "antivandálico". La cimentación puede ser tanto horizontal como vertical sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte de los módulos podrán ser realizadas con aluminio anodizado de elevada resistencia a los agentes atmosféricos, permitiendo de esta manera una larga duración de los elementos de soporte, aun en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizarse para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo, se evitará perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiese el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Los módulos rotos o dañados deben manipularse con cuidado y eliminarse de forma adecuada. Los cristales rotos pueden presentar filos y producir heridas si no se manipulan con un equipo protector adecuado.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado.

Posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de los módulos, conectando el o los campos fotovoltaicos, mediante canalización eléctrica, al inversor o inversores, para que la transformen en corriente alterna, con tensión y frecuencia de red, para su inyección en la misma. Estas canalizaciones, cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica ITC-BT-07, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

#### 2.46.5.2 Orientación e inclinación

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas serán inferiores a los límites de la tabla adjunta.

	<i>Orientación e inclinación(OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI + S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

#### 2.46.5.3 Instalación de inversores

Los inversores se colocarán en el punto de conexión a red, que la empresa distribuidora haya indicado previamente.

Su emplazamiento deberá estar alejado de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre 0 y 40°C.

Para su montaje se seleccionará un paramento o superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional de refrigeración adecuado para la dispersión del calor.

Se marcará su posición en el paramento y se realizarán los taladros para su sujeción, colocando y apretando los tornillos.

Se realizará el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando siempre el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.

Seguidamente el inversor se conectará a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de cortocircuito eléctrico, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

#### **2.46.5.4 Instalación para los equipos de medida**

Para su ejecución se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC -BT-16 del REBT.

### **2.46.6 Control de calidad**

#### **2.46.6.1 Controles**

Se realizarán los siguientes controles en los diferentes elementos que componen la instalación fotovoltaica:

- Punto de conexión de la instalación

- Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora.
- Estructura soporte
  - Sistema de fijación.
  - Material y Anclaje.
- Paneles fotovoltaicos
  - Orientación, inclinación, producción de sombras.
  - Estado de los marcos y de la superficie del panel.
  - Interconexión entre paneles.
  - Conexiones con el inversor.
  - Espacio para dilatación térmica.
- Inversor
  - Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora.
  - Anclaje y posición.
  - Conexiones y funcionamiento.
- Protecciones
  - Pruebas de funcionamiento
    - Equipos de medida
    - Canalizaciones
    - Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
    - Cimentación, zanjas y hormigonado (si procede)
    - Cajas
    - Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

#### **2.46.6.2 Pruebas y ensayos**

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con procedimientos experimentales (véase Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, editado por el IDAE– PCT-C Rev. Julio 2011) utilizado: 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente, 1 termómetro de temperatura ambiente, 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), 1 pinza amperimétrica de CC y CA

Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

Asimismo, realizará las siguientes comprobaciones:

- **Medida de aislamiento de la instalación:** el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados.
- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- **Empalmes:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- **Medición:** de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin

interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos, además de los contemplados en el primer párrafo del presente apartado:

- Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas. Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será mínima de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

#### **2.46.7 Criterios de recepción de las obras**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su

instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente. En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

#### **2.46.8 Mantenimiento**

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica de Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán

mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Se definen diferentes escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación al objeto de asegurar su correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- **Plan de vigilancia:** El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (energía, tensión etc.) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la limpieza de los módulos en el caso de que sea necesario.
- **Plan de mantenimiento preventivo:** operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- **Plan de mantenimiento correctivo:** todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
  - Visita a la instalación en el plazo máximo de 1 semana y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma con resolución de la misma en el plazo de 15 días.
  - Análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
  - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado competente que conozca la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa autorizada) así como el mantenimiento correctivo.

Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una revisión semestral (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

A los paneles se le realizará una inspección general 1 ó 2 veces al año asegurándose de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

#### **2.46.8.1 Inspecciones periódicas**

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar. Deberán realizarse cada 5 años. Estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del Real Decreto 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

#### **2.46.8.2 Revisiones periódicas**

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- Grupos diésel: DOS (2) años.
- Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses.
- Turbinas de vapor: CUATRO (4) años.

- Otros sistemas generadores: TRES (3) años.

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009. Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

#### **2.46.9 Certificados**

Documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

De acuerdo con las Normas particulares de la Compañía Suministradora se expedirá certificación en la que conste que las protecciones de la instalación fotovoltaica cumplen con la normativa establecida en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, y en concreto con las siguientes condiciones técnicas:

- Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el 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.

- Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases ( $1,15 U_n$  y  $0,85 U_n$ ) como se recoge en la tabla 1, donde lo propuesto para baja tensión se generaliza para todos los demás niveles.

En los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares, los valores anteriores serán los recogidos en los procedimientos de operación correspondientes. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Estas protecciones pueden actuar sobre el interruptor general o sobre el interruptor o interruptores del equipo o equipos generadores.

Las protecciones deberán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones necesarias sobre el sistema de conmutación y sobre la integración en el equipo generador de las funciones de protección.

En caso en el que el equipo generador o el inversor incorporen las protecciones anteriormente descritas, éstas deberán cumplir la legislación vigente. En este caso no será necesaria la duplicación de las protecciones.

#### **2.46.10 Normativa de obligado cumplimiento**

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT.
- ITC-BT

#### **2.46.11 Criterios de medición y abono**

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como generador fotovoltaico, inversor, caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc., por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

#### **2.47.- UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS EN EL PLIEGO**

Las unidades de obra no incluidas expresamente en el presente Pliego o en los planos, serán de probada y reconocida calidad, debiendo presentar el Contratista, para recabar la aprobación del Ingeniero Director, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. El Ingeniero Director podrá rechazarlos si no reunieran, a su juicio, las condiciones exigibles.

Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales a utilizar.

Se ejecutarán de acuerdo con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Ingeniero Director.

El Contratista no tendrá derecho alguno a que las medidas a que se refiere este artículo se ejecuten en la forma indicada por él, sino que se harán con arreglo a lo determinado por el Director de obra, sin apelación de ningún género.

#### **2.47.1 Criterio de medición y abono**

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una la unidad de medida que más le sea apropiada y en la forma y con las condiciones que estime justas la Dirección de la obra, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

### **3.- CONDICIÓN DE EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

#### **3.1.- REPLANTEO**

Se entregará al contratista una relación de puntos de referencia y los planos generales de replanteo, que incluirán como mínimo el eje principal de los diversos tramos o partes de obra, donde estarán referidos los puntos fijos básicos para los sucesivos replanteos de detalles, quedando el Contratista desde ese momento como único responsable de todos los replanteos posteriores que requiera la obra.

Los vértices de triangulación y los puntos básicos de replanteo se materializarán en el terreno mediante hitos o pilares de carácter permanente. Las señales de nivelación serán materializadas mediante dispositivos fijos adecuados.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación de Replanteo. También se indicará en dicho Acta las contradicciones, errores u omisiones que se hubieran observado en los documentos contractuales del Proyecto.

Son de cuenta del Contratista todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de los distintos elementos que integran la obra, siendo también suya la responsabilidad de la exactitud, de la forma definitiva y su posición dentro del replanteo general.

Al adjudicarse las obras, en un plazo de quince (15) días hábiles, el Contratista realizará un replanteo general en el que estarán debidamente señalizados los ejes principales y perímetro de las obras, así como puntos de nivel que servirán de partida para posteriores comprobaciones.

Realizados los trabajos previos de las obras, se procederá, por el Ingeniero-Director o Técnico encargado que lo represente, y en presencia del Contratista o representantes legalmente autorizados, al replanteo general y nivelación del terreno con arreglo a los planos, datos y órdenes que facilite el Ingeniero-Director. El personal y los materiales precisos para practicar el replanteo, serán de cuenta del Contratista.

Del resultado del replanteo se levantará un acta que firmará por triplicado el Ingeniero-Director y el Contratista, debiéndose hacer constar en ella si se puede proceder a la ejecución de las obras. Se concederá al Contratista un plazo de siete (7) días, a contar desde la fecha de redacción del acta de replanteo, para que dentro del mismo formule las observaciones o reclamaciones que estime oportunas. Transcurrido el plazo citado, toda reclamación será automáticamente rechazada.

El replanteo definitivo podrá efectuarse por fases coincidentes con las que se sigan en la ejecución de las obras.

Una vez realizados los replanteos por el Contratista no podrá éste comenzar ninguna de las partes de la obra sin la debida autorización del Ingeniero Director, tanto si la parte de la obra es definitiva, como si se trata de alguna accesoría para la construcción o para el servicio de la Contrata.

En el caso de que el Contratista realice alguna obra o parte de la misma sin la debida autorización, el Director podrá ordenar su demolición, sin que proceda abono alguno por la fábrica así construida ni por su demolición.

El Contratista será responsable de la conservación de los pilares, hitos, clavos, estacas y demás elementos que materialicen los vértices de triangulación, puntos topográficos y señales niveladas colocadas por la Administración, que le servirán para ejecutar sus replanteos. Este cuidará de la conservación de los mismos reponiendo, a su costa, todos

aquellos que sufriesen alguna modificación en el transcurso de los trabajos, comunicándolo por escrito al Director de la obra quien ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

La Dirección de la obra podrá comprobar, siempre que lo considere conveniente, la exactitud de los replanteos realizados por el Contratista sin que su conformidad represente disminución de la responsabilidad del mismo. Para estas comprobaciones el Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales fungibles, los aparatos topográficos y el personal necesario que precise la Dirección de las obras.

El Contratista queda obligado, cuando sea indispensable, a suspender los trabajos para realizar dichas comprobaciones, sin que por esta causa tenga derecho a indemnización especial.

### **3.2.- DESBROCE, RECOGIDA Y LIMPIEZA DE ESCOMBROS**

#### **3.2.1 Condiciones generales**

El espesor de tierra, vegetal o no, a extraer será el fijado en el proyecto o el ordenado por la Dirección Facultativa. Deberá obtenerse una superficie idónea para el desarrollo de trabajos posteriores.

Se adoptarán medidas para evitar accidentes y daños en las construcciones existentes, vías o servicios públicos. La Dirección Facultativa fijará el tratamiento de pozos y agujeros del terreno.

El Contratista suministrará los medios materiales y humanos para efectuar el replanteo. Todos los replanteos se realizarán en presencia del Constructor, conforme a los planos del proyecto u órdenes de la Dirección Facultativa.

#### **3.2.2 Ejecución de las obras**

Se eliminarán escombros, basuras y materiales extraños. Se retirarán árboles, plantas, raíces, hasta una profundidad de 50 cm bajo la superficie natural del terreno.

Ejecutadas las instalaciones y limpias las zonas de actuación, se realizará el replanteo general y nivelación del terreno. Este replanteo fijará los perfiles del terreno, como base para la medida de vaciados, excavaciones y terraplenes. El replanteo definitivo se realizará una vez ejecutados los vaciados, excavaciones y terraplenes.

Se trazarán las líneas principales, base para el trazado de los ejes de cuerpos o edificios aislados; a éstos se referirán los ejes de zanjas, muros, etc. Los ejes se marcarán con puntos que queden invariables durante la obra.

Se determinarán los perfiles del terreno, para obtener las tierras a desmontar o rellenar. Se marcarán alineaciones y rasantes en los puntos necesarios. Se señalará una línea de nivel invariable, que marcará el plano horizontal de referencia para el movimiento de tierras y apertura de zanjas.

La Dirección Facultativa y el Constructor firmarán el Acta de Replanteo de obra por triplicado. El Director Facultativo reflejará en ella si puede ejecutarse la obra. El Constructor tendrá 7 días para reclamar, desde la fecha de firma. No podrá comenzarse la obra sin el Acta de Replanteo, con la autorización expresa en la misma para ejecutarla, salvo orden contraria de la Dirección Facultativa.

### **3.2.3 Transporte y almacenamiento**

Los productos resultantes del desbroce serán considerados como escombros y transportados a vertedero.

### **3.2.4 Criterios de medición y abono**

La limpieza y desbroce se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). En el precio se incluirán los árboles y tocones eliminados.

## **3.3.- DEMOLICIONES**

### **3.3.1 Definición**

Consisten en el derribo, con medios mecánicos, de todas las construcciones, pavimentos y obras de fábrica, con carga manual o mecánica sobre camión, que obstaculicen la obra o sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- a) Preparación de la zona de trabajo.
- b) Demolición del elemento con los medios adecuados.
- c) Corte de armaduras y elementos metálicos.
- d) Troceado y apilado de los escombros.
- e) Carga de los escombros sobre el camión.

### **3.3.2 Condiciones generales**

Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se disponga y de las condiciones de transporte.

Los materiales quedarán apilados y almacenados en función del uso a que se destinen (transporte a vertedero, reutilización, eliminación en la obra, etc.).

Una vez acabados los trabajos, la base quedará limpia de restos de material.

### **3.3.3 Condiciones de ejecución**

Dadas las especiales características de la ejecución de esta unidad de obra, el Contratista presentará a la Dirección de Obra para su aprobación un estudio de la forma de realizarla. Dicha aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad. Se seguirá el orden de trabajos previstos en la Documentación Técnica.

En el programa de trabajo se especificará como mínimo:

- Método de demolición y fases.
- Estabilidad de las construcciones en cada fase y apeos necesarios.

- Estabilidad y protección de las construcciones y elementos del entorno y los que deban conservarse.
- Mantenimiento y sustitución provisional de servicios afectados.
- Medios de evacuación y especificación de las zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronograma de los trabajos.
- Pautas de control y medidas de seguridad y salud.

Los trabajos de derribo se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Se demolerá en general, en orden inverso al que se siguió para su construcción. Se demolerá de arriba hacia abajo, por tongadas horizontales, de manera que la demolición se haga prácticamente al mismo nivel.

Los elementos no estructurales (revestimientos, divisiones, cerramientos, etc.), se demolerán antes que los elementos resistentes a los que estén unidos, sin afectar su estabilidad. El elemento a derribar no estará sometido a la acción de elementos estructurales que le transmitan cargas. La parte a derribar no tendrá instalaciones en servicio (agua, gas, electricidad, etc.). Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.

La zona afectada por las obras quedará convenientemente señalizada. Se señalarán los elementos que deban conservarse intactos según se indique en la Documentación Técnica o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

La ejecución de los trabajos no producirá daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno. Se evitará la formación de polvo, por lo que se habrán de regar las partes que se hayan de demoler y cargar.

Durante los trabajos se permite que el operario trabaje sobre el elemento, si su anchura es  $> 35$  cm. y su altura es  $\leq 2$  m. Si se prevén desplazamientos laterales del elemento, es necesario apuntalarlo y protegerlo para evitar su derrumbamiento. No se dejarán elementos en voladizo sin apuntalar.

Al terminar la jornada no se dejarán tramos de obra con peligro de inestabilidad.

En caso de imprevistos o cuando el derribo pueda afectar las construcciones vecinas, se suspenderán las obras y se avisará a la Dirección Facultativa.

Los escombros se verterán en el interior del recinto y se evitará que se produzcan presiones peligrosas sobre la estructura por acumulación de material. La operación de carga de escombros se hará con las precauciones necesarias, para conseguir las condiciones de seguridad suficientes. Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de retirada y carga de escombros. Salvo autorización expresa del Director de las obras, todos los materiales procedentes de las demoliciones se llevarán a vertedero.

Se cumplirá la normativa vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El corte y retirada de los servicios afectados (agua, gas, teléfono, electricidad, etc.) será realizado por el Contratista, bajo las instrucciones de las compañías suministradoras, corriendo a su cargo los gastos o sanciones a que diera lugar el incumplimiento de dichas instrucciones.

El levantamiento del pavimento puede realizarse con medios mecánicos, con retroexcavadora para la retirada de asfalto previamente cortado o elementos de edificación y cimentación, o a mano, con martillo y barreta o con la ayuda de un perforador neumático, pudiendo adaptarse la cabeza del aparato neumático diferentes piezas de corte; hoja ancha y cortante para pavimentos bituminosos, de macadán o grava, un cortador de asfalto para cubiertas asfálticas y una barra en punta para pavimentos o cimentaciones de hormigón.

### **3.3.4 Normativa de obligado cumplimiento**

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG3/75.

Norma Tecnológica de la Edificación: Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones. NTE-ADD/75.

### **3.3.5 Unidades y criterios de medición**

Las demoliciones de muros y otros elementos puntuales se abonarán por metro cúbico ( $m^3$ ) de volumen exterior demolido. En el caso de pavimentos de hormigón y asfalto se medirá por metros cuadrados ( $m^2$ ) con un espesor asociado de 20 cm de espesor. Estos volúmenes y superficies se medirán como diferencia entre los perfiles levantados antes de empezar el derribo y los levantados al finalizar el derribo, aprobados por la Dirección Facultativa.

Esta unidad incluye el transporte a vertedero, canon de vertido, las actuaciones para garantizar la seguridad y la obtención de licencias y permisos.

## **3.4.- EXCAVACIONES MECÁNICA DE TERRENO A CIELO ABIERTO**

### **3.4.1 Ejecución de las obras**

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear.

Se tomarán las precauciones necesarias para no disminuir la capacidad portante del terreno no excavado. Se extraerán las tierras o materiales que ofrezcan peligro de desprendimiento. Será responsabilidad del Contratista la estabilidad de taludes y paredes, así como el cálculo y dimensionamiento de entibaciones y sostenimientos. Se utilizarán apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos y demás medios que impidan deslizamientos y desprendimientos peligrosos para personas u obras. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación. No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisas para agotarla.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. No se podrá desechar ningún material sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

En los taludes se evitará dañar su superficie final y comprometer la estabilidad de la excavación final.

Los accesos de los vaciados serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas. En ellos, las camillas de replanteo serán dobles en los extremos y estarán separadas  $\geq 1$  m. del borde. Se utilizarán puntos de referencia que no sean afectados por el vaciado.

Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estimase necesario. Se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca. Se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. El excedente de tierras deberá ser retirado y transportado a los vertederos, quedando prohibida su acumulación en los bordes de los taludes.

### **3.4.2 Normativa de obligado cumplimiento**

- NTE-ADV. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados".
- NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

### **3.4.3 Criterio de medición y abono**

La unidad será el metro cúbico ( $m^3$ ), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes y después de su ejecución.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmante.

Se considera incluido en el precio, el sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo y evacuación de aguas.

### **3.5.- TERRAPLENES Y RELLENO DE MATERIALES DE PRÉSTAMOS**

#### **3.5.1 Condiciones generales**

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de árboles, matas o tierra vegetal. El Contratista adoptará, en la ejecución de los desmontes, vaciados y excavaciones, la organización que estime conveniente y los métodos que juzgue oportunos. No obstante, si los procedimientos y organizaciones fueran estimados viciosos por el Ingeniero-Director, el Contratista estará obligado a sujetarse a las normas que verbalmente dicta éste, sea para contribuir a la mayor seguridad de los operarios y viandantes o para obtener mayor celeridad en los trabajos.

El Contratista acepta la responsabilidad de la falta de precaución en la ejecución de las obras de desmante, vaciado, terraplenado, o por realizarlas desatendiendo las instrucciones y órdenes dadas por el Ingeniero-Director.

#### **3.5.2 Materiales**

Las tierras a emplear procederán de desmontes o excavaciones realizadas en obra, previa autorización de la Dirección Facultativa y será siempre de granulometría variada. No se utilizarán los detritos o tierras sucias, ni escombros procedentes de derribos, salvo autorización de la Dirección Facultativa. No podrán utilizarse en ningún caso arcillas expansivas como material de relleno.

El material a emplear tendrá la clasificación de seleccionado según lo dispuesto en el PG-3/75 y las modificaciones posteriores aprobadas. Cumplirá las siguientes condiciones:

- No contendrá elementos o piedras de tamaño superior a ocho (8) cm. y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor que el 25% en peso.
- Su límite líquido será inferior a treinta (30) ( $LL < 30$ ) y su límite de plasticidad menor que diez ( $LP < 10$ ).
- La densidad máxima de compactación en el ensayo Próctor Normal no será inferior a  $1,6 \text{ Tn/m}^3$ .
- Estarán exentos de materia orgánica.
- El índice CBR será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.

Las características de las tierras, para su aceptación se comprobarán por una serie de ensayos, que serán como mínimo por cada sitio de procedencia y por cada quinientos (500) metros cúbicos de tierra a emplear:

- Un ensayo Próctor Normal.
- Un ensayo de contenido de humedad.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de Límites de Atterberg.
- Un ensayo de contenido de materia orgánica.
- Un ensayo C.B.R.

No obstante, la Dirección determinará durante la ejecución de las obras el tipo y frecuencia de los ensayos a realizar.

### **3.5.3 Ejecución de las obras**

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% P.M.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm, para obtener el grado de compactación deseado. El grado de compactación en ningún caso será inferior al que posean los suelos contiguos a su mismo nivel. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la

evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

### **3.5.4 Normativa de obligado cumplimiento**

NLT-107/98. "Norma de ensayo Próctor normal".

NLT-108/98. "Norma de ensayo Próctor modificado".

NLT-111/87. "Índice C.B.R. en el laboratorio".

NTE-ADZ. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

PG-3. Artículos 330.5 y 332.5

### **3.5.5 Criterio de medición y abono**

Se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno deducidos a partir de las secciones de excavación teórica más los excesos autorizados y las secciones de los elementos que se introduzcan en dicha excavación.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables. Tampoco será de abono el desbroce y el escarificado del terreno natural, y la excavación del material inadecuado del cimientado del terraplén

En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra. En el precio está comprendido el material a pie de tajo, el extendido, la humectación, la compactación y el refino.

## **3.6.- TERRAPLENES Y RELLENO EN DIQUE**

### **3.6.1 Definición**

Los rellenos y terraplenes seleccionados en dique tendrán las mismas condiciones que los rellenos y terraplenes generales, excepto su granulometría que será menor, y, en consecuencia, serán los utilizados en la última capa del dique de la balsa, por hallarse esta en contacto con la lámina de impermeabilización.

### **3.6.2 Condiciones generales**

El material a utilizar para confeccionar el dique del embalse será terraplén o pedraplén que se obtendrá de las excavaciones del vaso de los mismos o de zona de préstamo, previa separación y retirada de la cobertura de tierra vegetal, en todos los casos. Cumplirá las siguientes características:

- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.
- Ninguno de los materiales tendrá forma lajosa, entendiéndose por tal aquellas piedras en las que la dimensión máxima es superior a cinco (5) veces la mínima.
- La densidad aparente después de la compactación obtenida en terreno experimental será superior a 1.800 kg/m<sup>3</sup>.
- Cohesión: 0.
- El contenido en peso de partículas que pasen por el tamiz 25 UNE será inferior al veinte por ciento (20%).
- Su límite líquido será inferior a treinta (30) (LL < 30) y su límite de plasticidad menor que diez (LP < 10).
- No contendrá materia orgánica.
- El ángulo de rozamiento interno será superior a 36°.
- El porcentaje de pérdidas debido a la acción de soluciones saturadas de sulfato sódico, de acuerdo con la Norma NLT 158/94, será inferior al cuatro por ciento (4%) después de cinco (5) días.

Dichos materiales serán objeto de selección y clasificación previa a su transporte y colocación en el dique en función de la zona que ocuparán en éste, según la sección tipo del mismo.

En general, se recomienda que el contenido en fino de los materiales empleados, sea inferior al 5% y que la granulometría sea bien graduada para conseguir una buena compactación.

Las características del material se comprobarán realizando los ensayos que indique el Ingeniero Director de las Obras teniendo en cuenta las propiedades de los materiales que se obtengan al realizar la excavación para formar el vaso del embalse.

Los materiales utilizados en los rellenos de dique, cumplirán las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio previstas.

Los suelos de grano grueso adecuados son los que muestran una curva granulométrica extendida y pueden clasificarse como suelos de tipo GW (la G corresponde a grava y la W a Well Graded, bien graduados, en inglés), que serán los utilizados en los rellenos generales en dique, y en SW (la S corresponde a arena), que serán los utilizados en los rellenos seleccionados en diques. Estos comprenden suelos de grava o arena bien graduados sin finos o con una cantidad menor al 5% que pase por el tamiz número 200.

No se usarán en zonas exteriores (coronación y espaldones) suelos expansivos o colapsables tal y como se definen en el artículo 330.4.4 del PG 3/75. En la zona del núcleo, el uso de suelos expansivos, colapsables, con yeso, sales solubles, materia orgánica o cualquier otro tipo de material marginal, cumplirán lo especificado en el artículo 330.4.4. del PG 3/75 modificado por ORDEN FOM 1382/2002.

Los taludes perimetrales serán los fijados por la Dirección Facultativa.

El material de cada tongada tendrá las mismas características. El espesor de cada tongada será uniforme y el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. El encuentro con zonas de desmonte en sentido longitudinal y transversal, será suave, con pendientes inferiores a 1:2.

Espesor de cada tongada:  $\geq 3/2$  tamaño máximo material

Módulo de deformación vertical (ensayo de carga sobre placa (NLT 357/98)):

- Cimiento, núcleo y espaldones:
  - Suelos seleccionados:  $\geq 50$  MPa
  - Resto de suelos:  $\geq 30$  MPa
- Coronación:
  - Suelos seleccionados:  $\geq 100$  MPa
  - Resto de suelos:  $\geq 60$  MPa

Tolerancias de ejecución:

- Variación en el ángulo del talud:  $\pm 2^\circ$
- Espesor de cada tongada:  $\pm 50$  mm
- Niveles:
  - Zonas de viales:  $\pm 30$  mm
  - Resto de zonas:  $\pm 50$  mm
- Grado de humedad después de compactación (desviación respecto nivel óptimo del ensayo Próctor):
  - Suelos seleccionados, adecuados o tolerables: -2%, +1%
  - Suelos expansivos o colapsables: - 1%, + 3%

### **3.6.3 Ejecución de las obras**

La ejecución de la capa de material de relleno seleccionado se realizará simultáneamente con el resto del terraplén, teniendo la precaución de llevar el material más fino a estas zonas e ir haciendo un arreglo a mano de los puntos en que pueden existir diferencias con el perfil teórico y realizar una posterior compactación del paramento sin vibrar.

Se ejecutará el plano de asiento de la impermeabilización simultáneamente con el resto del dique y se comprobará que genéricamente queda lo más exacto posible con relación al proyectado.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 2°C.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras y se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida. Habrá puntos fijos de referencia, exteriores a la zona de trabajo, a los cuales se referirán todas las lecturas topográficas.

En rellenos sobre zonas poco resistentes, se colocarán las capas iniciales con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas debidas a los equipos de movimiento y compactación de tierras.

El material se extenderá por tongadas sucesivas, sensiblemente paralelas a la rasante final. No se extenderá ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas.

Los equipos de transporte y de extendido operarán por capas horizontales, en todo el ancho de la explanada.

La aportación de tierras para la corrección de niveles, se tratará como la coronación de un terraplén y la densidad a alcanzar no será inferior a la del terreno circundante. El ensanche o recrecimiento de terraplenes existentes se realizará mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes a fin de conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno.

Se mantendrán las pendientes y dispositivos de desagüe necesarios para evitar inundaciones, sin peligro de erosión.

En rellenos situados a media ladera, la pendiente se escalonará para garantizar la estabilidad. La anchura y pendiente de las banquetas será tal que permita el trabajo de la maquinaria.

El grado de humedad será el adecuado para obtener la densidad y el grado de saturación exigidos en la Documentación Técnica, considerando el tipo de material, su grado de humedad inicial y las condiciones ambientales de la obra. Si es necesaria la humectación, una vez extendida la capa, se humedecerá hasta conseguir el grado de humedad óptimo,

de manera uniforme. Si el grado de humedad de la tongada es superior al exigido, se desecará mediante la adición y mezcla de materiales secos u otros procedimientos adecuados.

Después de la lluvia no se extenderá una nueva tongada hasta que la última se haya secado o se escarificará añadiendo la tongada siguiente más seca, de forma que la humedad resultante sea la adecuada.

Cuando se utilice rodillo vibratorio para compactar, debe darse al final unas pasadas sin aplicar vibración.

Se evitará el paso de vehículos por encima de las capas en ejecución, hasta que la compactación se haya completado. Se adoptarán medidas protectoras del entorno frente a la acción erosiva o sedimentaria del agua de escorrentía procedente del terraplén.

Se cumplirá la normativa vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los trabajos se harán de manera que molesten lo mínimo posible a los afectados. En caso de imprevistos, se suspenderán las obras y se avisará a la Dirección Facultativa. Las obras no se reanudarán hasta que la Dirección de obra no lo estime oportuno.

#### **3.6.4 Normativa de obligado cumplimiento**

NLT-107/91. "Norma de ensayo Próctor normal".

NLT-108/98. "Norma de ensayo Próctor modificado".

NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE-CCT. "Cimentaciones. Contenciones: Taludes".

PG 3/75 Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

### **3.6.5 Criterio de medición y abono**

Se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno deducidos a partir de las secciones de excavación teórica más los excesos autorizados y las secciones de los elementos que se introduzcan en dicha excavación.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables. Tampoco será de abono el desbroce y el escarificado del terreno natural, y la excavación del material inadecuado del cimiento del terraplén. No serán de abono los materiales que no cumplan las especificaciones del presente pliego, o los utilizados sin la previa aprobación de la Dirección Facultativa.

En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra. En el precio está comprendido el material a pie de tajo, el extendido, la humectación, la compactación y el refino.

## **3.7.- EXCAVACIÓN MECÁNICA EN ZANJAS Y POZOS**

### **3.7.1 Condiciones generales**

El Contratista adoptará, en la ejecución de los desmontes, vaciados y excavaciones, la organización que estime conveniente y los métodos que juzgue oportunos. No obstante, si los procedimientos y organizaciones fueran estimados viciosos por la Dirección Facultativa, el Contratista estará obligado a sujetarse a las normas que verbalmente dicta éste, sea para contribuir a la mayor seguridad de los operarios y viandantes o para obtener mayor celeridad en los trabajos.

El Contratista acepta la responsabilidad de la falta de precaución en la ejecución de las obras de desmonte, vaciado, terraplenado, o por realizarlas desatendiendo las instrucciones y órdenes dadas por la Dirección Facultativa.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas de forma que no se disminuya la resistencia del terreno excavado. Durante las diversas etapas de la

excavación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje de modo que no se produzca erosión ni inestabilidad en los taludes.

Las rocas o bolos de piedra encontrados en zonas de excavación de tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que ordene. Si no van a ser usados directamente en la obra se podrán acopiar y emplear si procede, como defensa contra la posible erosión de zonas vulnerables, y en cualquier otro uso que señale la Dirección Facultativa.

Si, dentro de los límites de las excavaciones indicadas en los planos, aparecen materiales inadecuados, el Contratista podrá ser obligado a excavar y eliminar tales materiales, y a reemplazarlos, si procede, por otros aprobados.

### **3.7.2 Ejecución de las obras**

Se ajustará a las medidas y situación que, en los planos de obra, se especifiquen. Será replanteada con todo esmero; se empleará el sistema de camillas.

El Contratista notificará a la Dirección Facultativa el comienzo de la excavación, para que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias. Previo al inicio, el Contratista someterá, para su aprobación por la Dirección Facultativa, el programa de excavaciones, metodología y maquinaria a emplear. No se podrá modificar el terreno adyacente sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

Se excavará hasta alcanzar la profundidad reflejada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada, según se ordene, poniendo el máximo cuidado en no dañar ni disminuir el estrato de cimentación por debajo de dicha profundidad. La Dirección Facultativa podrá modificar dicha profundidad, si lo estima necesario. El fondo y las paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los planos, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) en más o menos, respecto de las superficies teóricas. Si apareciera agua, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares precisos para agotarla.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene la Dirección Facultativa.

Los materiales de excavación podrán emplearse en rellenos, terraplenes, etc., según criterio de la Dirección Facultativa; el excedente se transportará a vertedero. La tierra vegetal se acopiará separada de las otras tierras. La anchura de las zanjas será tal que permita disponer de los medios auxiliares para construirlas y compactar los rellenos localizados resultantes con los medios apropiados, conforme a la sección del proyecto. Las paredes laterales quedarán perfectamente recortadas; los fondos, perfectamente limpios y nivelados horizontalmente.

Las tierras depositadas a ambos lados de la zanja no podrán formar un cordón continuo ni ocasionar molestias al tráfico ni al desarrollo de los trabajos.

El Contratista ejecutará las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad y buena ejecución de los trabajos. Estas obras se realizarán siempre que el Director de las Obras lo ordene. El Contratista deberá someter a su aprobación la solución que crea más conveniente, teniendo en cuenta que las entibaciones tendrán la rigidez y resistencia necesarias para soportar las cargas de tierras a que se sometan. La Dirección Facultativa podrá ordenar su refuerzo o modificación.

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero Director resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras correspondientes, el Contratista eliminará los materiales desprendidos, debiendo volver a colocarlos en su estado original si se lo ordena el Ingeniero Director.

Será por cuenta del Contratista la reparación de averías producidas en las conducciones públicas o privadas.

En las zanjas destinadas a instalaciones, los fondos se ejecutarán con las pendientes que figuren detalladas en los planos. Tras comprobarlas, se nivelará y apisonará el fondo,

colocándose una capa del material especificado en los planos de detalle; sobre ésta, la tubería o conducción.

En las destinadas a cimentación, se eliminarán del fondo los restos de tierra y trozos sueltos de roca; se limpiarán y rellenarán las grietas y hendiduras con material compacto u hormigón. Si la cimentación se apoya en material cohesivo, los últimos 30 cm de excavación se efectuarán poco antes de cimentar.

Con el fin de evitar roturas a las canalizaciones existentes, en las proximidades de éstas, la excavación se realizará manualmente. El Contratista no tendrá derecho a abono independiente por dicha operación.

### **3.7.3 Normativa de obligado cumplimiento**

NTE-ADZ. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

### **3.7.4 Criterios de medición y abono**

La unidad será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, obtenidos antes de su ejecución.

Se considera incluido en el precio: sostenimiento de terrenos y entibaciones, trabajos de nivelación, compactación, saneo del fondo, evacuación de aguas, el transporte de los productos extraídos al lugar de empleo, terraplenes o vertederos, indemnizaciones a que haya lugar y arreglo de las áreas afectadas.

El exceso de excavación y ulterior relleno no se abonará al Contratista, si fuera causado por conveniencia de éste o por defecto en la ejecución del desmonte.

No se abonarán los excesos de excavación resultantes como consecuencia de efectuar sin entibación las excavaciones que en el Contrato estuvieran previstas con ella.

Si el uso de maquinaria zanjadora variase el volumen de excavación previsto, ello no modificará la cuantía del abono.

### **3.8.- RELLENO DE ZANJAS**

#### **3.8.1 Condiciones generales**

El terreno a rellenar quedará, previamente, limpio de materia o tierra vegetal. El Contratista adoptará, en la ejecución de los desmontes, vaciados y excavaciones, la organización que estime conveniente y los métodos que juzgue oportunos. No obstante, si los procedimientos y organizaciones fueran estimados viciosos por el Ingeniero-Director, el Contratista estará obligado a sujetarse a las normas que verbalmente dicta éste, sea para contribuir a la mayor seguridad de los operarios y viandantes o para obtener mayor celeridad en los trabajos.

El Contratista acepta la responsabilidad de la falta de precaución en la ejecución de las obras de desmonte, vaciado, terraplenado, o por realizarlas desatendiendo las instrucciones y órdenes dadas por el Ingeniero-Director.

#### **3.8.2 Materiales**

El material a emplear en la capa de regularización, para los rellenos de zanjas, será suelo seleccionado que se obtendrá de las excavaciones o de préstamos que se definan. Cumplirá las siguientes condiciones:

- No contendrá elementos o piedras de tamaño superior a ocho (8) cm. y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor que el 25% en peso.
- Su límite líquido será inferior a treinta (30) ( $LL < 30$ ) y su límite de plasticidad menor que diez ( $LP < 10$ ).
- La densidad máxima de compactación en el ensayo Próctor Normal no será inferior a  $1,6 \text{ Tn/m}^3$ .
- Estarán exentos de materia orgánica.
- El índice CBR será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.

Las características de las tierras, para su aceptación se comprobarán por una serie de ensayos, que serán como mínimo los siguientes:

Por cada sitio de procedencia y por cada quinientos (500) metros cúbicos de tierra a emplear:

- Un ensayo Próctor Normal.
- Un ensayo de contenido de humedad.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de Límites de Atterberg.
- Un ensayo de contenido de materia orgánica.
- Un ensayo C.B.R.

No obstante, la Dirección determinará durante la ejecución de las obras el tipo y frecuencia de los ensayos a realizar.

### **3.8.3 Material granular para asiento de conducciones**

Las conducciones se dispondrán sobre una cama de asiento de la forma y dimensiones definidas en los Planos, salvo que en estos se especifique que sea de hormigón.

Este lecho de asiento resistente estará libre de piedras y puntos duros. Se empleará una capa granular que cumpla las siguientes condiciones granulométricas:

- Porcentaje que pasa por el cedazo 25 UNE: 100 %
- Porcentaje que pasa por el tamiz 5 UNE: mayor de 40 %
- Porcentaje que pasa por el tamiz 0,080 UNE: menor de 10 %.

En cama de asiento de conducciones se dispondrá arena.

### **3.8.4 Ejecución de las obras**

Previamente se procederá a un compactado del terreno natural, empleando cilindro vibrante y riego. Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para la correcta ejecución de la obra, al efecto de obtener una densidad superior a la del 95% P.N.

Se efectuará por tongadas horizontales, de espesor uniforme y suficientemente reducido, no superior a 30 cm, para obtener el grado de compactación deseado. El grado de compactación en ningún caso será inferior al que posean los suelos contiguos a su mismo

nivel. Durante las obras, la superficie de las tongadas tendrá la pendiente que asegure la evacuación de aguas. No se extenderá ninguna tongada hasta haber comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, realizándose ensayos de medida de densidad "in situ".

Se prohibirá el tráfico de vehículos sobre el relleno hasta completarse la compactación.

### **3.8.5 Normativa de obligado cumplimiento**

NLT 107/72. "Norma de ensayo Próctor normal".

NLT 108/91. "Norma de ensayo Próctor modificado".

NLT-111/87. "Índice C.B.R. en el laboratorio".

NTE ADZ. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

NTE ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones".

NTE CCT. "Cimentaciones. Contenciones: taludes".

PG-3. Artículos 330.5 y 332.5.

### **3.8.6 Criterio de medición y abono**

Se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno deducidos a partir de las secciones de excavación teórica más los excesos autorizados y las secciones de los elementos que se introduzcan en dicha excavación.

No será de abono el volumen de relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables. Tampoco será de abono el desbroce y el escarificado del terreno natural, y la excavación del material inadecuado del cimientado del terraplén.

En los costes estarán incluidas todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra. En el precio está comprendido el material a pie de tajo, el extendido, la humectación, la compactación y el refino.

### **3.9.- TRANSPORTE**

#### **3.9.1 Definición**

Operaciones necesarias para trasladar a vertedero los materiales sobrantes procedentes de la excavación y los escombros.

#### **3.9.2 Puesta en obra**

Se establecerán recorridos de circulación en el interior de la obra para los camiones, realizando los vaciados, rampas o terraplenes necesarios y contando con la ayuda de un auxiliar que guíe al conductor en las maniobras.

Las rampas para la maquinaria tendrán el talud natural que exija el terreno y si se transportan tierras situadas por debajo de la cota 0,00 su anchura mínima será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y con pendientes máximas del 12% en tramos rectos o del 8% en tramos curvos.

El camión se cargará por los laterales o por la parte trasera no pasando en ningún caso por encima de la cabina.

#### **3.9.3 Control y criterios de aceptación y rechazo**

Tanto la disposición de las vías de circulación como las rampas y terraplenes realizados contarán con la supervisión y aprobación de la dirección facultativa.

La carga de los camiones no excederá en ningún caso la máxima permitida para cada aparato y en cualquier caso el material no excederá la parte superior de la bañera, se protegerá con lona y se limpiará el vehículo de barro antes de acceder a la calzada pública.

#### **3.9.4 Criterio de medición y abono**

El precio del transporte a vertedero se encuentra incluido en el precio de la unidad correspondiente de excavación o demolición que así lo indique.

Caso de tratarse de un abono independiente, el mismo se realizará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) realmente transportado a vertedero previa presentación de los correspondientes albaranes de entrega al mismo.

En zanjas para tuberías, la medición del transporte se realizará por diferencia entre la excavación y el relleno realizado con materiales procedentes de dicha excavación, medidos sobre perfil.

El transporte de materiales procedentes de préstamos no se medirá en origen sino sobre perfil del relleno compactado y terminado.

No será de abono el volumen material que se transporte a vertedero que no sea autorizado, ni en el caso de no tener los correspondientes albaranes de entrega al mismo.

## **4.- DISPOSICIONES GENERALES**

### **4.1.- RELACIONES ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA**

#### **4.1.1 Dirección de las obras**

El facultativo de la Propiedad, "Director Facultativo", es la persona, con titulación adecuada y suficiente, 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, junto con el Director, la Dirección Facultativa.

#### **4.1.2 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:

- a) Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes el cumplimiento de las condiciones contractuales, con la facultad de controlar totalmente la ejecución de la obra.
- b) Cuidar que la ejecución de las obras se realice con la estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, así como del cumplimiento del Programa de Trabajo.
- c) Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Condiciones o Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- d) Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de los planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra.
- e) Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso, las propuestas correspondientes.
- f) Adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra
- g) Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia y gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y medios de la obra.
- h) Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato de adjudicación de las obras o en este Pliego.
- i) Participar en la Recepción de las obras y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

#### **4.1.3 Facilidades a la dirección**

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración a la Dirección para el normal cumplimiento de las funciones a ésta encomendadas.

El Contratista proporcionará a la Dirección toda clase de facilidades para practicar replanteos, reconocimientos, y pruebas de los materiales y de su preparación, así como para llevar a cabo la inspección y vigilancia de la obra y de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, facilitando en todo momento el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas y talleres

donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras, de lo cual deberá hacer constar este requisito en los contratos y pedidos que realice con sus suministradores.

El Contratista no programará a ninguna clase de trabajo sin avisar previamente a la Dirección con la suficiente antelación a la iniciación del mismo, a fin de facilitar la inspección por parte de la Dirección. Tampoco construirá ninguna parte de la obra sin la aprobación de la Dirección.

#### **4.1.4 Contratista y personal de obra**

Se entiende por Contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Delegado de Obra del Contratista, en lo sucesivo "Delegado", la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad, con capacidad suficiente para:

- a) Representar al Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- b) Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- c) Proponer a ésta o colaborar con ella en la resolución de problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad podrá exigir que el Delegado tenga la titulación profesional adecuada, a su juicio, a la naturaleza de las obras, y que el Contratista designe, además, el personal facultativo necesario bajo la dependencia de aquél.

El personal facultativo que tendrá nivel mínimo de Titulado de Grado Medio, Ingeniero Técnico de Obras Públicas, permanecerá a pie de obra durante la totalidad del período de ejecución. En el Acta de Comprobación del Replanteo se hará constar el nombre del mismo.

Antes de la iniciación de las obras, el Contratista presentará por escrito al Director de la relación nominal y la titulación del personal facultativo, que, a las órdenes de su Delegado, será el responsable directo de los distintos trabajos o zonas de la obra.

El Contratista estará obligado a comunicar a la Administración, en un plazo de quince días contados a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, la residencia de su Delegado, así como la de los técnicos que estuvieran bajo su dependencia.

El Contratista dará cuenta al Director de los cambios que tengan lugar durante el tiempo de vigencia del contrato.

La dirección de las obras podrá suspender los trabajos sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

Se presumirá que existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, así como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

El Contratista deberá aumentar el personal Técnico, los medios auxiliares, la maquinaria y la mano de obra, a requerimiento del Director, si se comprueba que ello es necesario para la terminación de las obras dentro de los plazos previstos.

#### **4.1.5 Subcontratos**

El Adjudicatario o Contratista podrá dar a destajo o en subcontrato cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización del Ingeniero Director de las Obras.

El Ingeniero Director de las obras está facultado para decidir la exclusión de un destajista por ser el mismo incompetente o no reunir las necesarias condiciones. Comunicada esta decisión al Contratista, este deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo.

El Contratista será siempre el responsable ante la administración de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este pliego.

#### **4.1.6 Oficina de obra del contratista**

En los casos en que la Dirección lo estime oportuno, el Contratista deberá instalar antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado previa conformidad del Director.

El Contratista deberá, necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto o Proyectos Base del Contrato y el Libro de Órdenes; a tales efectos, la Propiedad suministrará a aquel una copia de aquellos documentos antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación del Replanteo. El Contratista no podrá proceder al cambio o traslado de la Oficina de obra sin previa autorización de la Dirección.

#### **4.1.7 Órdenes al contratista**

Las órdenes emanadas de la Propiedad, salvo casos de reconocida urgencia se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección. De darse la excepción antes expresada, la Propiedad la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Las órdenes al Contratista se darán por escrito y en el Libro de Órdenes. Aquél quedará obligado a firmar el recibido de la orden.

Cuando el Contratista estime que las prescripciones de una orden sobrepasan las obligaciones del contrato, deberá presentar la observación escrita y justificada en un plazo de diez (10) días, pasado el cual no será atendible. La reclamación no suspende la ejecución de la orden de servicio, a menos que el Director decida lo contrario.

Sin perjuicio del contenido de otras disposiciones, el Contratista ejecutará las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos, órdenes de servicio, y en su caso, a los modelos que le sean suministrados en el curso del contrato.

El Contratista está obligado a aceptar las prescripciones que señale la dirección, aunque suponga modificación o anulación de órdenes precedentes, o alteración de planos previamente autorizados o de su documentación aneja.

El Contratista, sin el permiso previo de la Propiedad, carece de facultades para introducir modificaciones en el Proyecto de las obras, o en las órdenes que le hayan sido comunicadas. A requerimiento del Director, el Contratista estará obligado, a su cargo, a sustituir los materiales indebidamente empleados, y a la demolición y reconstrucción de las obras ejecutadas en desacuerdo con las órdenes o los planos autorizados.

#### **4.1.8 Libro de órdenes**

El libro de Órdenes se abrirá en la fecha de Comprobación de Replanteo y se cerrará en la de la Recepción.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la obra, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección en la oficina de obra del Contratista, que, cuando proceda anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

Se hará constar en el Libro de Órdenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

Efectuada la Recepción, el Libro de Órdenes pasará a poder de la Propiedad, si bien podrá ser consultado, en todo momento por el Contratista.

#### **4.1.9 Medición y abono**

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por volumen, por superficie, por longitud, por peso o por unidad, de acuerdo como figuren especificadas en el Cuadro de Precios N°2 (C.P. N°2).

El importe de las obras ejecutadas se acreditará mensualmente al Contratista por medio de certificaciones, expedidas por el Ingeniero Director en la forma legalmente establecida.

Solamente podrá utilizarse la conversión de peso a volumen, o viceversa, cuando expresamente lo autorice este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En este caso, los factores de conversión serán definidos por el citado Pliego o, en su defecto, por el Ingeniero Director quien, por escrito, justificará al Contratista los valores adoptados, previamente a la ejecución de la unidad o acopio correspondiente.

Para la medición serán válidos los levantamientos topográficos y los datos que hayan sido conformados por el Ingeniero Director.

Todas las mediciones básicas para el abono deberán ser conformadas por el Jefe de Obra representante del Contratista, debiendo ser aprobadas por el Ingeniero Director.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarla a cabo.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a lo especificado por el Ingeniero Director, o de sus reformas autorizadas (ya sea por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista o por cualquier otro motivo), no le será de abono ese exceso de la obra. Si, a juicio de la Dirección, ese exceso de obra resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

Siempre que no se diga expresamente otra cosa en los precios o en este Pliego, se consideran incluidos en los precios del Cuadro de Precios N°1 la limpieza de las obras, encofrados, equipo de maquinarias, medios e instalaciones auxiliares y operaciones necesarias para terminar perfectamente la unidad de obra de que se trate.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras y, por consiguiente, la reparación o reconstrucción de aquellas partes que haya sufrido daños o se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas en este Pliego. Para estas reparaciones se atenderá estrictamente a las instrucciones que reciba de la Dirección de la obra. Esta obligación de conservar las obras se extiende igualmente a los acopios que se hayan certificado. Corresponde pues, al Contratista, el almacenaje y guardería de los acopios y la reposición de aquellos que se hayan perdido, destruido o dañado, cualquiera que sea la causa.

Los posibles abonos a cuenta de materiales acopiados, equipo e instalaciones quedan al criterio de la entidad contratante, no pudiendo el Contratista reclamar nada al efecto si fuese denegada su preceptiva petición.

Las partidas alzadas serán a justificar, según el Presupuesto, y se abonarán aplicando los precios de las unidades correspondientes a las mediciones realizadas en la obra.

En los precios de las distintas unidades de obra y en los de aquellas que han de abonarse por Partidas Alzadas, se entenderá que se comprende: el de la adquisición de todos los materiales necesarios, su preparación y mano de obra, transporte, montaje, colocación,

pruebas, pinturas y toda clase de operaciones y gastos que han de realizarse por riesgos o gravámenes que puedan sufrirse aun cuando no figuren explícitamente en el Cuadro de Precios.

Cuando para la colocación en obra u operaciones ulteriores a la ejecución haya necesidad de emplear nuevos materiales o de realizar operaciones complementarias y no se consignen al efecto en el Presupuesto o Partidas Alzadas, se entenderá que en los precios unitarios correspondientes se hallan comprendidos todos los gastos que con tales motivos se puedan originar. Los precios serán invariables, cualquiera que sea la procedencia de los materiales y la distancia de transporte, con las excepciones expresamente consignadas en este Pliego.

#### **4.1.10 Gastos por cuenta del contratista**

El Contratista se halla obligado a emplear en la ejecución de las obras cuantos medios auxiliares sean necesarios para que se ajusten a lo prescrito en los capítulos correspondientes de este Pliego.

Todos los medios auxiliares necesarios serán de cuenta del Contratista, así como cualquier responsabilidad que pueda derivarse por causa de averías o accidentes personales ocasionados en la obra por insuficiencia o mal empleo de los citados medios auxiliares.

Todos los medios auxiliares utilizados, aun siendo propiedad del Contratista, no podrán ser retirados de obra hasta que no sean necesarios para su ejecución, a juicio del Ingeniero Director.

### **4.2.- OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA**

#### **4.2.1 Obligaciones sociales y laborales del contratista**

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

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad e higiene en el trabajo y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Propiedad.

En cualquier momento, el Director podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del contrato.

#### **4.2.2 Contratación del personal**

Corresponde al Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, la contratación de toda mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y las condiciones que fije la normativa laboral vigente. El Contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico a que se comprometió en la licitación.

El Contratista deberá disponer, a pie de obra del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para efectuar los replanteos que le corresponde, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en el Pliego.

El Contratista deberá prestar el máximo cuidado en la selección del personal que emplee. El Director podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos o realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación del personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales.

El Contratista es responsable de los fraudes o malversaciones que sean cometidas por su personal en el suministro o en el empleo de los materiales.

#### **4.2.3 Maquinaria y medios auxiliares**

El Contratista está obligado bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las máquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras, en las condiciones de calidad, potencia, capacidad de producción y en cantidad suficiente para cumplir todas las condiciones del contrato, así como a manejarlos, mantenerlos, conservarlos y emplearlos adecuada y correctamente.

La maquinaria y los medios auxiliares que se hayan de emplear para la ejecución de las obras, cuya relación figurará entre los datos necesarios para confeccionar el Programa de Trabajo, deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y autorizados, en su caso, por el Director.

La maquinaria destinada por el Contratista a las obras, estará en todo momento sujeta a la inspección del Ingeniero Director o persona en quien él delegue y no podrá ser retirada sin el consentimiento de la Administración.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sea preciso para la buena ejecución de aquellas en los plazos parciales y total convenidos en el Contrato.

El contratista queda obligado a situar en las obras los equipos de maquinaria y demás medios auxiliares que se hubiera comprometido a aportar en la licitación o en el Programa de Trabajos.

El Ingeniero Encargado deberá aprobar los equipos de maquinaria y medios auxiliares que hayan de ser utilizados para las Obras.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán ser retirados de la obra sin autorización del Ingeniero Encargado. Los elementos averiados o inutilizados deberán ser sustituidos por otros en condiciones y no reparados, cuando el Director de las Obras estime que su reparación exige plazos que han de alterar el programa de trabajo.

Si durante la ejecución de las obras el Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no fueran los idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o incrementados en número por otros que lo sean.

El Contratista no podrá reclamar si, en el curso de los trabajos y para el cumplimiento del contrato, se viese precisado a aumentar la importancia de la maquinaria de los equipos o de las plantas y los medios auxiliares, en calidad, potencia, capacidad de producción o en número, o a modificarlo, respecto de sus previsiones.

El Contratista no podrá efectuar reclamación alguna fundada en las insuficiencias de la dotación o del equipo que la propiedad hubiera podido prever para la ejecución de la obra, aunque éste estuviese detallado en alguno de los documentos del Proyecto.

Cada elemento de los que constituyen el equipo será reconocido por la Dirección de las Obras, anotándose sus altas y bajas de puesta en obra en el inventario del equipo, y pudiendo también rechazar cualquier elemento que considere inadecuado para el trabajo en la obra.

Todos los gastos que se originen por el incumplimiento del presente apartado, se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente, salvo expresa indicación en contrario que figure en algún documento contractual.

#### **4.2.4 Mantenimiento del precio contratado**

Sin perjuicio de las condiciones establecidas en otros apartados, el Contratista será el único responsable del coste final de la obra, no teniendo derecho a indemnización por el mayor precio que ésta pudiera costarle, en relación al contratado con la Propiedad.

#### **4.2.5 Seguridad y salud en las obras**

En lo relativo al Estudio de Seguridad y Salud se estará a lo establecido en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Contratista será responsable ante los Tribunales de los accidentes que sobreviniesen en la obra. Es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos y está obligado a adoptar y a hacer cumplir las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas y normas que dicten los organismos competentes, las exigidas en el Pliego de Condiciones Técnicas, las que figuren en el Estudio de Seguridad y Salud, en el Trabajo del Proyecto y las que fije o sancione el Director.

El Contratista viene obligado a observar fielmente el desarrollo y ejecución de las obras, cuanto se recoge a la Ordenanza en el Trabajo para la Industria de la Construcción, vidrio y cerámica.

El Contratista es responsable y deberá adoptar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas que transiten por la zona de obra y las proximidades afectadas por los trabajos a él encomendados. Prestará especial atención a la seguridad del tráfico rodado, a las líneas eléctricas, y a las grúas y máquinas cuyo vuelo se efectúe sobre zonas de tránsito o vías de comunicación.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Los desagües se conservarán y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que se dicen por el Ingeniero Director.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios; y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que puedan producir.

El Contratista deberá establecer, bajo su exclusiva responsabilidad, un Plan de Seguridad y Salud que especifique las medidas prácticas de seguridad que estime necesario tomar en la obra para la consecución de las precedentes prescripciones.

Este Plan debe precisar las modalidades de aplicación de las medidas reglamentarias y de las complementarias que corresponden a riesgos peculiares de la obra, con el objeto de asegurar la eficacia de:

- La seguridad de su propio personal, del de la Dirección y de terceros.
- La higiene, medicina del trabajo y primeros auxilios y cuidados de enfermos y accidentados.
- La seguridad de las instalaciones y equipo de maquinaria.

Además del cumplimiento de las disposiciones de carácter oficial relativas a la seguridad e higiene en el trabajo, el Contratista estará obligado a imponer y hacer cumplir las normas de seguridad particulares reglamentarias de su Empresa. Si ésta no las tuviera se adoptarán las que dicte el Director.

El Contratista deberá complementar el Plan en todas las ampliaciones o modificaciones que sean pertinentes, ulterior y oportunamente, durante el desarrollo de las obras y deberá someterlas a la aprobación del Director.

El Plan podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias que puedan surgir a lo largo del mismo, pero siempre con la aprobación expresa de la Dirección.

El Plan de Seguridad y Salud incluirá las normas e instrucciones relativas a las materias, que sin carácter limitativo se anuncian a continuación, y tendrán en cuenta las prescripciones que se expresan:

- Orden y limpieza: Mantenimiento del orden y limpieza en todo el ámbito de la obra y en especial en los lugares de trabajo y sus accesos, en los acopios, almacenes e instalaciones auxiliares.
- Accesos: Seguridad, comodidad y buen aspecto de las distintas partes de la obra.
- Líneas e instalaciones eléctricas: Trabajos de maniobras, revisión y reparación. Puestas tierra. Protecciones bajo línea de alta tensión.
- Maquinaria: Será obligatoria la disposición de cabinas o armaduras para protección del conductor en las máquinas de movimientos de tierras durante la carga de los materiales y en caso de vuelco de la máquina.
- Señalización: Señalización de los lugares y maniobras peligrosos. Avisos y carteles expresivos de las normas adoptadas. La ordenación del tráfico y movimiento de máquinas y vehículos mediante las convenientes señales. Se cumplirá la orden ministerial de 31 de Agosto de 1987, sobre señalización de obra, así como la instrucción 8.3. I.C. del M.O.P.T.
- Alumbrado: Además de lo dispuesto sobre trabajos nocturnos, los lugares de tránsito de peatones, los de almacenamiento de materiales, y los de aparcamiento de máquinas, así como las instalaciones auxiliares fijas, tendrán el nivel de iluminación suficiente para la seguridad de las personas y para una eficaz acción de vigilancia.
- Desprendimiento de terrenos: Defensas contra desprendimientos y deslizamientos del terreno en zanjas. Se deberán tener en cuenta las prescripciones establecidas en la legislación vigente en todo lo relativo a taludes en zanjas, obligatoriedad de entibación cuando las condiciones del trabajo no permiten un talud natural y precauciones contra desprendimiento en los trabajos en mina.
- Gases tóxicos: Medidas de prevención contra el riesgo de intoxicación por gases tóxicos o nocivos especialmente en obras subterráneas.
- Incendios: Medidas de prevención, control y extinción de incendios, que deberán atenerse a las disposiciones vigentes y las instrucciones complementarias que se dicten por el Director. En todo caso, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras.

- Protección personal: Provisión y obligatoriedad de uso de elementos de protección individual de las personas y señalización adecuada de aquellas zonas y tajos de la obra donde es preceptivo su empleo. Entre estos elementos de protección personal figuran los siguientes: Cascos, cinturones de seguridad, atalajes, gafas, protectores auriculares, caretas antipolvo, caretas antigás, botas de goma, botas anticlavos, guantes, trajes impermeables, trajes especiales, etc.

#### **4.2.6 Servicios del contratista en obra**

El Contratista deberá establecer, a su costa, los servicios que requiera la eficiente explotación de sus instalaciones y la correcta ejecución de la obra.

Las obras se construirán con estricta sujeción al Proyecto aprobado, debiendo la Dirección de las Obras aprobar específicamente cualquier cambio que se lleve a cabo en el mismo durante la instalación.

Es además obligación del Contratista, ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halla expresamente estipulado en las condiciones facultativas.

El Director podrá definir con el detalle que requieran las circunstancias de la obra, los servicios que el Contratista debe disponer en la misma.

Tras la terminación de las obras, el contratista deberá dejar en perfecto estado de limpieza todos los tramos ejecutados.

#### **4.2.7 Conocimiento del emplazamiento de las obras**

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y los alrededores de las obras, de las cantidades y naturaleza de los trabajos a realizar y de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, los medios que pueda necesitar, y en general, de toda la información necesaria, en lo relativo a los riesgos,

contingencias y demás factores y circunstancias que puedan incidir en la ejecución y en el coste de las obras.

#### **4.2.8 Conocimiento del proyecto y de la información suministrada**

El Contratista tiene la obligación de conocer el conjunto y cada una de las partes de Proyecto y cualquier otra documentación facilitada por la Propiedad.

Ningún defecto, contradicción o error de interpretación que pudiera contener o surgir del uso de documentos, estudios previos, informes técnicos o suposiciones establecidas en las distintas partes del Proyecto y, en general, de toda la información adicional suministrada al Contratista por la Propiedad, o procurada por éstos directamente, relevará al Contratista de las obligaciones del contrato de adjudicación de las obras, ni del cumplimiento de las especificaciones contenidas en las distintas partes del Proyecto, ni de las responsabilidades que por el incumplimiento de la normativa vigente, pudieran derivarse.

Cualquier defecto, contradicción o error de interpretación que pudieran contener las distintas partes del Proyecto deberán ser planteadas por escrito al Director, para que éste adopte las decisiones oportunas. Y a menos que el Director establezca explícitamente y por escrito lo contrario, el Contratista no tendrá derecho a formular reclamación alguna.

#### **4.2.9 Servidumbres y permisos**

El Contratista tendrá la obligación de montar y conservar por su cuenta el suministro adecuado de agua, tanto para las obras, como para uso personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin.

El adjudicatario está obligado a solicitar y realizar desvíos de los servicios públicos que sean afectados por las obras, tales como postes del tendido eléctrico, teléfonos, tuberías de abastecimiento, canalizaciones eléctricas, redes de riego, alcantarillado, etc.

Mientras dure la ejecución de las obras se colocarán, en todos los puntos donde sea necesario y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico, las señales y el balizamiento preceptivo de acuerdo con la Orden FOM 534/2014 por la que se aprueba la norma 8.1-I.C. señalización vertical de la instrucción de carreteras. La permanencia y vigilancia de estas señales deberán estar garantizadas por los vigilantes necesarios. El mantenimiento de las señales será a cargo del Contratista.

Serán de cuenta del contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por los perjuicios ocasionados a terceros por interrupción de servicios públicos o particulares, desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de préstamos y canteras, depósito de maquinaria y materiales e instalaciones necesarias.

También serán de cuenta del adjudicatario la construcción todos los caminos provisionales de acceso que sea necesario construir para las obras que no estén expresamente proyectados, así como los permisos e indemnizaciones que por esta causa sea preciso obtener o abonar.

El Contratista será responsable de cuantos daños y perjuicios a personas y bienes puedan ocasionarse con motivo de la ejecución de las obras, siendo de su cuenta las indemnizaciones que por los mismos puedan corresponder.

En cualquier caso, se mantendrán, durante la ejecución de las obras, todos los accesos a las viviendas y fincas existentes en la zona afectada por las obras.

El Contratista deberá obtener, con la antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Programa de Trabajo, todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras, con la excepción de los correspondientes a las expropiaciones de las zonas afectadas por la obra definitiva. Las cargas, tasas, impuestos y demás gastos derivados de la obtención de estos permisos, serán siempre a cuenta del Contratista. Asimismo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal de terrenos para instalaciones, explotación de canteras o vertederos y obtención de materiales.

El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya sido solicitado el permiso.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo preceptuado en el presente apartado serán de cuenta del Contratista y no serán de abono directo.

#### **4.2.10 Protección del medio ambiente**

El Contratista remitirá a la Dirección de la Obra la previsión de actuaciones para la protección del Medio Ambiente. Remitirá estudio del destino de los residuos inertes que se produzcan en la obra, e indicará la persona responsable de su gestión.

El destino final de los residuos inertes, será autorizado por la Dirección de la Obra. El Contratista indicará cantidades, tipo y lugar de vertido a la Dirección de la Obra, para la cual remitirá la ficha de Residuos correspondientes.

La Dirección de la obra podrá aplicar sanciones al adjudicatario de la obra por no realizar una correcta gestión de los residuos inertes, de acuerdo con las disposiciones vigentes. Si el incumplimiento tiene además implicaciones de carácter legal (abandono o vertido incontrolado), el Director de la Obra propondrá un plan de acciones correctoras a ejecutar por el Adjudicatario para la reposición o restauración de las cosas al ser y estado anterior a la infracción cometida.

La Dirección de la Obra, pondrá en conocimiento de la Administración competente las situaciones de abandono o vertido incontrolado de residuos inertes realizados por el Contratista en el caso de que este no proceda a adoptar las medidas correctoras pertinentes.

El Contratista no podrá cambiar el destino final dado a los residuos inertes si previamente no ha sido autorizado por la Dirección de Obra.

El contratista estará obligado a asumir, Ley 1/1999, de 29 de enero, de Residuos de Canarias, que regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Canarias.

El contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, cursos de agua, cultivos, montes y en general, cualquier clase de bien público o privado, que pudiera producir la ejecución de la obra, explotación de canteras, talleres y demás instalaciones auxiliares, aunque estuvieran situados en terrenos de su propiedad. Los límites de contaminación admisibles serán los definidos como tolerables por las disposiciones vigentes o por la Autoridad competente.

En particular se evitará la contaminación atmosférica por la emisión de polvo en las operaciones de transporte, manipulación y ensilado de cemento, en el proceso de producción de los áridos, en las plantas de mezclas bituminosas y en la perforación en seco de las rocas.

Evitará asimismo la contaminación de las aguas superficiales por el vertido de aguas sucias, en particular las procedentes de lavados de áridos, del lavado de los tajos de hormigonado.

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes del Director para mantener los niveles de contaminación, dentro de la zona de obras, bajo los límites establecidos en el Plan de Seguridad y Salud preceptuado en este Pliego o en su defecto, bajo los que el Director fijase en consonancia con la normativa vigente.

La contaminación producida por los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras, se mantendrá dentro de límites de frecuencia e intensidad tales que no resulten nocivos para las personas ajenas a la obra, ni para las personas afectas a la misma, según sea el tiempo de permanencia continuada bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada, en su caso.

En cualquier caso, la intensidad de los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras se mantendrá dentro de los límites admitidos por la normativa vigente.

#### **4.2.11 Obligaciones generales del contratista**

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo anterior serán de cuenta del Contratista, por lo que no serán de abono directo, esto es, se considerarán incluidos en los precios del Contrato.

Si previo aviso y en un plazo de treinta (30) días a partir del de la fecha de éste, la Contrata no hubiese procedido a la retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. después de la terminación de la obra, la Dirección Técnica podrá mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

El Contratista estará obligado a presentar un programa de trabajo en el plazo de un mes contado a partir de la fecha de adjudicación definitiva. El citado programa ha de contar con un diagrama de barras que desarrolle el Plan de Obra que figura en la Memoria del presente Proyecto.

El Contratista solventará los posibles problemas de acceso de la maquinaria a los diferentes tajos que componen las obras. Asimismo, habrá de prever, a su costa, la retirada de todo el equipo y maquinaria de cada uno de los tajos una vez finalizadas las obras, sin que tenga derecho a indemnización alguna si para ello requiriese efectuar obras accesorias.

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las edificaciones, obras e instalaciones construidas con carácter temporal para el servicio de la obra, que no queden incorporadas en la explotación, deberán ser removidas. Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas. Todos estos trabajos no serán objeto de abono directo.

#### **4.2.12 Pérdidas y averías en obra**

El Contratista tomará las medidas necesarias, a su costa y riesgo, para que el material, instalaciones y obras que constituyan objeto del Contrato, no puedan sufrir daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible, de acuerdo con la situación y orientación de la obra, y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales a utilizar.

El Contratista no tendrá derecho de indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras salvo en los casos previstos en el artículo 239 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

#### **4.2.13 Recepción y periodo de garantía**

Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de la obra definitiva, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que total o parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionales como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones.

El Director definirá, en conformidad con la normativa oficial vigente, las características de aquellos materiales para los que no figuren especificaciones correctas en el Pliego de Condiciones de forma que puedan satisfacer las condiciones de funcionalidad de calidad de la obra a ejecutar establecidas en el contrato.

El Contratista notificará a la Dirección, con la suficiente antelación, la procedencia y características de los materiales que se propone utilizar a fin de que la Dirección determine su idoneidad.

La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para que el Contratista pueda iniciar el acopio de los materiales en la obra, sin perjuicio de la potestad

de la Propiedad para comprobar en todo momento de manipulación, almacenamiento o acopio si dicha idoneidad se mantiene.

Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso.

Si el Pliego de Condiciones Técnicas o la definición de materiales, unidades de obras e instalaciones, fijara la procedencia concreta para determinados materiales naturales, el Contratista estará obligado a obtenerlos de esa procedencia.

Si durante las excavaciones de las obras se encontrarán materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos, la Dirección podrá autorizar el cambio de procedencia.

En los casos en que el Pliego de Condiciones Técnicas no fijará determinadas zonas o lugares apropiados para la extracción de materiales naturales a emplear en la ejecución de las obras, el Contratista los elegirá bajo su única responsabilidad y riesgo.

Los productos industriales de empleo en la obra se determinarán por sus calidades y características. Si en los documentos contractuales figurase alguna marca de algún producto industrial para designar a éste, se entenderá que tal mención se constriñe a las calidades y características de dicho producto, pudiendo el Contratista utilizar productos de otra marca o modelo que tengan las mismas, siempre que la Dirección de las Obras de su aprobación.

A tal efecto el Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogo y certificados de homologación de los productos industriales y equipos identificados por marcas o patentes.

Si la Dirección considerase que la información no es suficiente, el Director podrá exigir la realización, a cuenta del Contratista, de los ensayos y pruebas que estime convenientes. Cuando se reconozca o demuestre que los materiales o equipos no son adecuados para su objeto, el Contratista los reemplazará, a su costa por otros que cumplan satisfactoriamente el fin a que se destinan.

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o acopiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de las obras, mediante las pruebas y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan las prescripciones establecidas.

De cada uno de los materiales a ensayar, analizar o probar, el Contratista suministrará a sus expensas las muestras que en cantidad, forma, dimensiones y características establezca el Programa de Control de Calidad.

Asimismo, y siempre que así lo indique expresamente el Pliego de Condiciones Técnicas, el Contratista está obligado a suministrar a su costa los medios auxiliares necesarios para la obtención de las muestras, su manipulación y transporte.

Terminada la construcción de los elementos y superados satisfactoriamente los ensayos requeridos en el control de calidad, se procederá a la Recepción Provisional en la forma que dispone la legislación vigente. Para ello deberán haberse cumplido las condiciones siguientes:

- Resultado satisfactorio de todas las pruebas realizadas
- Cumplimiento de todas las obligaciones contenidas en el Contrato o acuerdos posteriores.

A continuación de la Recepción Provisional, dentro de los treinta (30) días siguientes a la fecha de terminación de las obras se procederá al acto de la Recepción de las mismas, entregándose las instalaciones al Beneficiario para su explotación, iniciándose el período de Garantía, con la duración que se haya pactado, siendo la duración mínima un (1) año, pudiendo ampliarse éste, a juicio de ambas partes.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el Representante de la Propiedad las dará por recibidas. La Recepción se formalizará mediante un Acta que será firmada por el Representante de la Propiedad, Director de la Obra y el Contratista. El plazo de garantía comenzará el día siguiente al de la firma del Acta de Recepción.

Podrán ser objeto de Recepción Parcial aquellas partes de obra susceptibles de ser ejecutadas por fases y que puedan ser entregadas al uso, siempre y cuando no se disponga lo contrario en el contrato.

En caso de que haya lugar a Recepciones Parciales, el plazo de garantía de las partes recibidas comenzará a contarse desde la fecha de las respectivas Recepciones Parciales.

Caso de producirse una parada debido a la avería o mal funcionamiento de algún elemento en garantía, se avisará al contratista que explicará y pondrá todos los medios para resolver la cuestión que se haya suscitado a la mayor brevedad posible.

La recepción Definitiva de las instalaciones se efectuará después de terminado el plazo de garantía en la forma y condiciones pactadas por ambas.

Las obras ejecutadas se hallarán en perfecto estado al finalizar el plazo de garantía. Si la obra se arruina con posterioridad a la Recepción por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento del contrato por parte del Contratista, responderá éste de los daños y perjuicios en el término de diez (10) años. Transcurrido este plazo, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del Contratista.

#### **4.2.14 Materiales, trabajos y elementos que no sean de recibo**

La Dirección de las obras podrá desechar todos aquellos materiales o elementos que no satisfagan las condiciones impuestas en los Pliegos de Condiciones y del Proyecto para cada uno de ellos en particular.

El contratista se atenderá en todo caso a lo que por escrito le ordene la Dirección de las obras para el cumplimiento de las prescripciones establecidas en los Pliegos de Condiciones y del Proyecto.

La Dirección de las obras podrá señalar al Contratista un plazo breve para retire los materiales o elementos desechados, para que éste a su costa, los reemplace por otros que

cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto al que se destine. En caso de incumplimiento de esta orden, procederá a retirarlos por cuenta y cargo del Contratista.

Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente afectados han sufrido deterioro posteriormente deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

Hasta que tenga lugar la Recepción, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que de ella hubiera, sin que sea eximente ni le de derecho alguno la circunstancia de que la Dirección haya examinado o reconocido, durante su construcción las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen defectos ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la Recepción, la demolición y construcción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Los trabajos ejecutados por el Contratista modificando lo prescrito en los documentos contractuales del Proyecto sin la debida autorización, deberán ser derruidos a su costa si el Ingeniero Director lo exige; y en ningún caso serán abonables. El Contratista será, además responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración.

Igual responsabilidad acarreará al Contratista la ejecución de trabajos que el Ingeniero Director repute como defectuosos.

Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la propiedad la aceptación de las mismas con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la Propiedad, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y con arreglo a las condiciones del contrato.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

En la ejecución de las obras para las cuales no existen prescripciones consignadas explícitamente en los Pliegos, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulta de los planos, cuadros de precios y presupuestos del proyecto, en segundo término, a las normas usuales en una buena construcción.

#### **4.2.15 Control de calidad**

El Contratista deberá realizar, a su costa, las pruebas y ensayos de control de calidad que señale el Director de las Obras, hasta el uno por ciento (1%) del presupuesto de ejecución material de la obra (PEM). Las Empresas que realicen dichas pruebas y certifiquen la calidad deberán contar con la aceptación previa de la Administración.

Previamente a la firma del Acta de Comprobación del Replanteo deberá desarrollarse un Programa de Control de Calidad que abarcará los cuatro aspectos del control indicados a continuación:

1. Recepción de materiales.
2. Control de ejecución.
3. Control de calidad de las unidades de obra.
4. Recepción de la obra.

Servirán de base para la elaboración del Programa de Control de Calidad las especificaciones contenidas en el Proyecto, así como las indicadas en el Pliego. La inspección de la calidad de los materiales, de la ejecución de las unidades de obra y de las obras terminadas corresponde a la Dirección.

La Dirección de la obra podrá ordenar que se verifiquen los ensayos, pruebas y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes. Asimismo, podrá

nombrar a los vigilantes a pie de obra que estimará conveniente para la debida inspección de las obras.

El Contratista deberá dar las facilidades necesarias para la toma de muestras y la realización de ensayos y pruebas "in situ", e interrumpir cualquier actividad que pudiera impedir la correcta realización de estas operaciones.

Los ensayos se efectuarán con arreglo a las Normas oficiales vigentes. Cualquier tipo de ensayo que no esté incluido en dichas Normas deberá realizarse con arreglo a las instrucciones que dicte el Ingeniero Director.

El Contratista se responsabilizará de la correcta conservación en obra de las muestras extraídas por los Laboratorios de Control de Calidad, previamente a su traslado a los citados laboratorios.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse u ocultarse sin la aprobación del Director. El Contratista deberá dar todo tipo de facilidades al Director para examinar, controlar y medir toda la obra que haya de quedar oculta, así como, para examinar el terreno de cimentación antes de cubrirlo con la obra permanente.

Si el Contratista ocultara cualquier parte de la obra sin previa autorización escrita del Director, deberá descubrirla, a su costa, si así lo ordenara éste.

Además del control de calidad y de la vigilancia de la ejecución de las obras a que se refieren los párrafos anteriores, el Contratista establecerá, por su cuenta y riesgo, cuantos controles en la calidad de la producción estime convenientes para asegurar el resultado positivo de las pruebas y ensayos ordenados por la Dirección de la obra.

#### **4.2.16 Vertederos**

El Contratista propondrá al Ingeniero Director la localización y forma de explotación de uno o varios vertederos para los productos resultantes de excavaciones, demoliciones y limpieza que no utilice éste en la obra. La situación de éstos, así como las condiciones de explotación, han de ser aprobados previamente por la Dirección.

En ningún caso el Contratista podrá exigir un pago en concepto de transporte adicional, ni de canon por explotación de estos vertederos.

Los gastos de ocupación de los terrenos y de los accesos a las zonas de vertedero, así como los trabajos de nivelación, ataluzado, drenaje y acondicionamiento de las escombreras será de cuenta del Contratista.

#### **4.2.17 Acopios**

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para utilización en la obra, requisito que deberá ser comprobado en el momento de su utilización.

El Contratista está obligado a acopiar en correctas condiciones los materiales que requiera para la ejecución de la obra en el ritmo y calidad exigidos por el contrato.

El Contratista deberá prever el lugar, forma y manera de realizar los acopios de los distintos tipos de materiales y de los productos procedentes de excavaciones para posterior empleo, de acuerdo con las prescripciones establecidas en este Pliego de Condiciones, y siguiendo en todo caso, las indicaciones que pudiera hacer el Director.

El Contratista propondrá al Director, para su aprobación, el emplazamiento de las zonas de acopio de materiales, con la descripción de las medidas que se propone llevar a cabo para garantizar la preservación de la calidad de los materiales.

Las zonas de acopio deberán cumplir las condiciones mínimas siguientes:

1. No se podrán emplear zonas destinadas a las obras.
2. Deberán mantenerse los servicios públicos o privados existentes.
3. Estarán provistos de los dispositivos y obras para la recogida y evacuación de aguas superficiales.
4. Los acopios se dispondrán de forma que no se merme la calidad de los materiales, tanto en su manipulación como en su situación de acopio.
5. Se adoptarán las medidas necesarias en evitación de riesgo de daños a terceros.

Las superficies empleadas como zona de acopios deberán acondicionarse, una vez terminada la utilización de los materiales acumulados en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original. Todos los gastos requeridos para ello serán de cuenta del Contratista. También será de cuenta y responsabilidad del Contratista, la retirada de todos los excedentes de material acopiado. Todos los gastos de establecimiento de las zonas de acopio y sus accesos y los de su utilización, serán de cuenta del Contratista.

El Director podrá señalar al Contratista un plazo para que retire de los terrenos de la obra los materiales acopiados que ya no tengan empleo en la misma. En caso de incumplimiento de esta orden podrá proceder a retirarlos por cuenta y riesgo del Contratista.

Será de responsabilidad y cuenta del Contratista la obtención de todos los permisos, autorizaciones, pagos, arrendamientos, indemnizaciones y otros que deba efectuar por concepto de uso de las zonas destinada para acopios y que no correspondan a terrenos puestos a disposición del Contratista por la Propiedad.

La Propiedad se reserva el derecho de exigir del Contratista el transporte y entrega en los lugares que aquel indique de los materiales procedentes de excavaciones, levantados o demoliciones que considere de utilidad, abonando en su caso, el transporte correspondiente.

#### **4.2.18 Trabajos nocturnos**

Como norma general, el Contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos en los diferentes planes de obra que presente salvo cuando se trate de trabajos que no puedan ser interrumpidos o que necesariamente deban ser realizados por la noche.

No obstante, se podrá considerar dicha posibilidad si acompaña de las autorizaciones necesarias, en base a la naturaleza de la zona afectada por la realización de las obras, que le permitan realizar estos trabajos o si así estuviese indicado expresamente en el correspondiente contrato de adjudicación de las obras.

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Ingeniero Director, y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. A este fin, presentará, junto con el Programa de Trabajo parcial, las autorizaciones necesarias que le permitan realizar dichas actividades. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Ingeniero ordene, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren estos trabajos; a fin de que, bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista, se satisfagan las adecuadas condiciones de seguridad y de calidad de obra, tanto en las zonas de trabajo como en las de tránsito, mientras duren los trabajos nocturnos.

#### **4.2.19 Objetos hallados en las obras**

El Contratista será responsable de todos los objetos o restos arqueológicos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director y a la Dirección General de Patrimonio de las mismas o al técnico arqueólogo de la obra y colocarlos bajo custodia de un responsable. Especial cuidado se tendrá con las piezas que pudieran tener valor histórico o arqueológico.

Si durante la ejecución de las obras se documentasen niveles/estructuras arqueológicas (positivas o negativas), la zona donde se localicen los restos será paralizada, balizada y se notificará a las autoridades correspondientes (Ingeniero Director, Dirección General de Patrimonio o al arqueólogo de la obra).

#### **4.2.20 Carteles de obra**

Será de cuenta del Contratista la confección e instalaciones de los carteles de obra de acuerdo con los modelos y normas indicadas por la Propiedad.

### **4.3.- PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS**

#### **4.3.1 Acta de comprobación del replanteo**

La ejecución del contrato de obras comenzará con el Acta de Comprobación del Replanteo, que se sujetará a las reglas determinadas en el Reglamento General de Contratación del Estado en cuanto no se oponga a lo dispuesto en el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

El Acta de Comprobación del Replanteo reflejará los siguientes extremos:

1. La conformidad o disconformidad del replanteo respecto de los documentos contractuales del Proyecto.
2. Especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra.
3. Especial y expresa referencia a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios.
4. Las contradicciones, errores u omisiones que se hubieran observado en los documentos contractuales del Proyecto.
5. Cualquier otro punto que pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos derivados de la Comprobación del Replanteo.

El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes.

La comprobación del Replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos o partes de la obra y los ejes principales de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Los vértices de triangulación y los puntos básicos de replanteo se materializarán en el terreno mediante hitos o pilares de carácter permanente. Así mismo, las señales niveladas de referencia principal serán materializadas en el terreno mediante dispositivos fijos adecuados. Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación de Replanteo que se unirá al expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

### **4.3.2 Replanteos**

A partir de la Comprobación del Replanteo de las obras a que se refiere el apartado anterior, todos los trabajos de replanteo necesario para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista.

La aprobación por parte del Director de cualquier replanteo efectuado por el Contratista, no disminuirá la responsabilidad de éste en la ejecución de las obras, de acuerdo con los planos y con las prescripciones establecidas en este Pliego de Condiciones. Los perjuicios que ocasionaran los errores de los replanteos realizados por el Contratista, deberán ser subsanados a cargo de éste, en la forma que indicase el Director.

En las comprobaciones del replanteo que la Dirección efectúe, el Contratista, a su costa, prestará la asistencia y ayuda que el Director requiera; evitará que los trabajos de ejecución de las obras interfieran o entorpezcan las operaciones de comprobación y, cuando sea indispensable suspenderá dichos trabajos, sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna.

En los replanteos que realice directamente la Propiedad y para la comprobación de los replanteos que realice el Contratista, éste proveerá a su costa la mano de obra, los materiales y medios auxiliares.

El Contratista ejecutará a su costa los accesos y pasarelas necesarios para la realización de todos los replanteos, tanto los efectuados por él mismo como por la Propiedad, para las comprobaciones de los replanteos y para la materialización de los puntos topográficos citados anteriormente.

#### **4.3.3 Programa de trabajos**

El Contratista estará obligado a presentar necesariamente, dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se le justifique la adjudicación, a la Dirección, un Programa de Trabajo que haga viable la realización de la obra en el plazo de ejecución, establecido en el contrato de adjudicación correspondiente.

El Programa de Trabajo deberá proporcionar la siguiente información:

1. Estimación en días calendario los tiempos de ejecución de las distintas actividades incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de distintas partes o clase de obra definitiva.
2. Valoración mensual de la obra programada.

El Programa de Trabajo tendrá las holguras convenientes para hacer frente a aquellas incidencias de obra que, sin ser de posible programación, deben ser tenidas en cuenta en toda obra según sea la naturaleza de los trabajos y la probabilidad de que se presente.

El Programa de Trabajo deberá tener en cuenta el tiempo que la Dirección precise para proceder a los trabajos de replanteo y a las inspecciones, comprobaciones, ensayos y pruebas que le corresponden.

El Director resolverá sobre el Programa presentado dentro de los treinta (30) días siguientes a su presentación. La resolución puede imponer al Programa de Trabajo presentando la introducción de modificaciones o el cumplimiento de determinadas prescripciones, siempre que no contravengan las cláusulas del contrato.

El citado programa de trabajo, de ser aceptado, tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos. La falta de cumplimiento de dicho programa y de sus plazos parciales por causas imputables a la Contrata, darán lugar a las sanciones que establezcan el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

El Director podrá acordar en no dar curso a las certificaciones de obra hasta que el Contratista haya presentado en debida forma el Programa de Trabajo, sin derecho a intereses de demora, en su caso, por retraso en el pago de estas certificaciones.

El Programa de Trabajo será revisado cada trimestre por el Contratista y cuantas veces sea éste requerido para ello por la Dirección, debido a causas que el Director estime suficientes. En caso de no precisar modificación, el Contratista lo comunicará mediante certificación suscrita por su Delegado.

El Contratista se someterá a las instrucciones y normas que dicte el Director, tanto para la redacción del Programa inicial, como para los sucesivos.

#### **4.4.- DESARROLLO DE LAS OBRAS**

##### **4.4.1 Trabajos previos**

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- Uso o destino de la misma.
- Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

#### **4.4.2 Accesos a las obras**

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta del Contratista, las instalaciones auxiliares para el transporte tales como sendas, pasarelas, planos inclinados, transporte de materiales a la obra, etc.

Estas instalaciones auxiliares serán gestionadas, proyectadas, construidas, conservadas, mantenidas y operadas, así como demolidas, desmontadas, retiradas, abandonadas o entregadas para usos posteriores por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista deberá obtener de la Autoridad competente las oportunas autorizaciones y permisos para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de carácter público como privado.

La Propiedad se reserva el derecho de que determinadas sendas, rampas y otras vías de comunicación construidas por cuenta del Contratista, puedan ser utilizadas sin coste alguno por sí mismo o por otros contratistas.

#### **4.4.3 Acceso a los tajos**

El presente apartado se refiere a aquellas obras auxiliares e instalaciones que, además de las indicadas en este Pliego sean necesarias para el acceso del personal y para el transporte de materiales y maquinaria a los frentes de trabajo o tajos, ya sea con carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de las obras.

La Dirección se reserva el derecho para sí misma y para las personas autorizadas por el Director, de utilizar todos los accesos a los tajos construidos por el Contratista, ya sea para cumplir las funciones a aquella encomendadas, como para permitir el paso de personas y materiales necesarios para el desarrollo de los trabajos.

El Director podrá exigir la mejora de los accesos a los tajos o la ejecución de otros nuevos, si así lo estima necesario, para poder realizar debidamente la inspección de las obras.

Todos los gastos de proyecto, ejecución, conservación y retirada de los accesos a los tajos, serán de cuenta del Contratista no siendo, por tanto, de abono directo.

#### **4.4.4 Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares**

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares, necesarias para la ejecución de las obras definitivas.

Su coste es de cuenta del Contratista por lo que no serán objeto de abono al mismo.

#### **4.4.5 Almacenamiento de los materiales**

El Contratista debe instalar en la obra por su cuenta los almacenes precisos para asegurar la conservación de los materiales, evitando su destrucción o deterioro y cumpliendo lo que, al respecto, indique el presente Pliego o, en su defecto las instrucciones que, en su caso, reciba de la Dirección.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y de forma que sea posible su inspección en todo momento y que pueda asegurarse el control de calidad de los materiales con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados antes de su empleo en obra.

#### **4.4.6 Métodos de construcción**

El Contratista podrá emplear cualquier método de Construcción que estime adecuado para ejecutar las obras siempre que no se oponga a las prescripciones de este Pliego y sea aprobado por la Dirección. Asimismo, deberá ser compatible el método de construcción a emplear en el Programa de Trabajo.

El Contratista podrá variar también los métodos de construcción durante la ejecución de las obras, sin más limitaciones que la autorización previa del Director, reservándose éste el derecho de exigir los métodos iniciales si comprobara la inferior eficacia de los nuevos.

En el caso de que el Contratista propusiera métodos de construcción que, a su juicio, implicaran prescripciones especiales, acompañará a su propuesta un estudio especial de la adecuación de tales métodos y una descripción detallada de los medios que se propusiera emplear.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, por parte del Director, no responsabilizará a éste de los resultados que se obtuvieren, ni exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales aprobados. Si con tales métodos o maquinaria no se consiguiera el ritmo necesario, tampoco eximirá al Contratista de la responsabilidad derivada del uso de dicha maquinaria o del empleo de dichos métodos ni de la obligación de obtener de otras personas u organismos las autorizaciones o licencias que se precisen para su empleo.

El Contratista podrá subcontratar parte de la obra principal, siempre y cuando no supere lo establecido en el artículo 215 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público. Para ello, deberá solicitarlo por escrito con la antelación suficiente a la Dirección de Obra, desarrollando las obras objeto del subcontrato y aportando documentación relativa a capacidad y experiencia del subcontratista sobre las obras a realizar. La Dirección de las Obras podrá denegar la subcontratación si a su juicio no considera que existan suficientes garantías sobre la buena ejecución de las obras por el subcontratista. En tal caso el Contratista queda obligado a ejecutarlas con los medios propios de la empresa.

#### **4.4.7 Secuencia y ritmo de los trabajos**

El Contratista está obligado a ejecutar, completar y conservar las obras hasta su Recepción en estricta concordancia con los plazos y demás condiciones del contrato.

El modo, sistema, secuencia, ritmo de ejecución y mantenimiento de las obras, se desarrollará de forma que se cumplan las condiciones de calidad de la obra y las exigencias del contrato.

Si a juicio del Director el ritmo de ejecución de las obras fuera en cualquier momento demasiado lento para asegurar el cumplimiento de los plazos de ejecución, el Director

podrá notificárselo al Contratista por escrito, y éste deberá tomar las medidas que considere necesarias, y que apruebe el Director para acelerar los trabajos a fin de terminar las obras dentro de los plazos aprobados.

#### **4.4.8 Conservación durante la ejecución de las obras**

El Contratista está obligado a conservar durante la ejecución de las obras y hasta su Recepción, todas las obras objeto del contrato, incluidas las correspondientes a las modificaciones del proyecto autorizadas, así como los accesos y servidumbres aceptadas, señalizaciones existentes y señalizaciones de obra, y cuantas obras, elementos e instalaciones auxiliares deban permanecer en servicio, manteniéndolas en buenas condiciones de uso.

Los trabajos de conservación durante la ejecución de las obras hasta su Recepción, no serán de abono.

Los trabajos de conservación no obstaculizarán el uso público o servicio de la obra, ni de las calles o servidumbre colindantes y, de producir afectación, deberán ser previamente autorizadas por el Director y disponer de la oportuna señalización.

Inmediatamente antes de la Recepción de las obras, el Contratista habrá realizado la limpieza general de la obra, retirado las instalaciones auxiliares y, salvo expresa prescripción contraria del Director, demolido, removido y efectuado el acondicionamiento del terreno de las obras auxiliares que hayan de ser inutilizadas.

#### **4.4.9 Ensayos y reconocimientos**

Durante la ejecución de los trabajos se realizarán ensayos y reconocimientos que no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o elementos de obra, antes de la Recepción, no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que contrae el Contratista si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el reconocimiento final, y prueba de recepción.

#### **4.4.10 Puesta en servicio de las instalaciones eléctricas**

Antes de proceder a la conexión de la instalación fotovoltaica a la red eléctrica de Baja Tensión, y de acuerdo con el apartado 9 de la ITC-BT-40, la Compañía distribuidora podrá realizar las siguientes comprobaciones, mediciones y verificaciones:

- Revisión del certificado de características principales de la instalación y superación de pruebas emitido por el Instalador Especialista, modalidad 9, que realizó la instalación y efectuó las pruebas.
- Comprobación de que las características de los elementos instalados en las cajas y módulos se corresponden con las indicadas en el proyecto de la instalación aprobado por la Compañía Distribuidora.
- Comprobación de que en el circuito de generación hasta el equipo de medida no haya intercalado ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o consumo.
- Comprobación del correcto funcionamiento del Interruptor general manual y que éste puede ser bloqueado por la Compañía distribuidora en su posición de abierto.
- Comprobación del correcto funcionamiento del interruptor automático de la interconexión y de las protecciones de tensión y frecuencia, que deben quedar precintadas por la Compañía distribuidora.
- Medición del factor de potencia de la instalación fotovoltaica.
- Revisión del correcto montaje de los equipos de medida y precintado de los circuitos.
- Comprobación de que el titular de la instalación dispone de un medio de comunicación que puede poner de forma inmediata a la Compañía distribuidora con el responsable del funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Quien realice la verificación debe confirmar con el Centro de Control de la Compañía distribuidora su conocimiento del mismo.
- Documentación del proyecto

## **4.5.- ABONO DE LA OBRA EJECUTADA**

### **4.5.1 Medición de la obra ejecutada**

La Dirección realizará mensualmente la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

El Contratista o su delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista estará obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su Delegado.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones de la Propiedad sobre el particular.

Con carácter general, todas las unidades de obra se medirán por su volumen, superficie, longitud y peso, expresados en unidades del sistema métrico, o por el número de unidades iguales de acuerdo a como figuren especificadas en las mediciones y presupuesto del Proyecto.

Las mediciones se calcularán por procedimientos geométricos a partir de los datos de los planos de construcción de la obra, y cuando esto no sea posible, por medición sobre los planos de perfiles transversales, o sobre planos acotados, tomados del terreno. A estos efectos solamente serán válidos los levantamientos topográficos y datos de campo que hayan sido aprobados por el Director.

Cuando se indique la necesidad de pesar materiales directamente, el Contratista deberá situar las básculas o instalaciones necesarias, debidamente contrastadas, para efectuar las mediciones por peso requeridas. Dichas básculas o instalaciones serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los documentos contractuales correspondientes.

Solamente podrá utilizarse la conversión de peso a volumen, o viceversa, cuando expresamente los autorice el Director. En este caso, los factores de conversión estarán definidos por dicha Dirección.

#### **4.5.2 Precios unitarios**

Todos los trabajos, transportes, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, así como los trabajos de topografía, el importe de ensayos y demás gastos de control y vigilancia, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

Se considera que en los precios del Proyecto están incluidos toda clase de desvíos necesarios de conductos existentes, con el fin de que no se entorpezcan los servicios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se ha basado en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución.

Se han considerado costes directos:

1. La mano de obra con sus pluses y cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
2. Los materiales a los precios resultantes a pie de obra que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
3. Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
4. Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Se han considerado costes indirectos:

1. Los gastos de instalación de oficina a pie de obra, almacenes, talleres temporales para obreros, etc.
2. Los gastos del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a cualesquiera de los que se mencionan en este apartado, se considerarán siempre incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Siempre que el facultativo redactor del Proyecto lo estime oportuno, podrá confeccionar Presupuestos Parciales para abonar determinada parte de la obra.

Los precios contradictorios se determinarán para las unidades de obra surgidas durante la construcción y que no figuran en el presente Proyecto. Se elaborarán en base a los precios unitarios y descomposición de precios que figuren en el proyecto.

Cuando por rescisión u otra causa, sea preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios y descomposición que figuran en el Cuadro de Precios nº2 sin que pueda pretenderse la valoración de cualquier unidad descompuesta en forma distinta.

En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en insuficiencia u omisión de cualquiera de los elementos que componen el precio contenido en dicho Cuadro.

### **4.5.3 Partidas alzadas**

Las partidas alzadas se abonarán conforme al siguiente criterio:

1. Como partidas alzadas a justificar, las susceptibles de ser medidas en todas sus partes en unidad de obra, con precios unitarios.
2. Como partidas alzadas de abono íntegro, aquellas que se refieren a trabajos cuya especificación figure en los documentos contractuales del proyecto y no sean susceptibles de medición.

Las partidas alzadas a justificar, se abonarán a los precios de la Contrata, con arreglo a las condiciones de la misma y al resultado de las mediciones correspondientes.

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al Contratista en su totalidad, una vez terminados los trabajos u obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del

contrato y sin perjuicio de lo que el Pliego de Condiciones Técnicas pueda establecer respecto de su abono fraccionado en casos justificados.

Cuando la especificación de los trabajos u obras constitutivos de una partida alzada de abono íntegro no figure en los documentos contractuales del Proyecto, o figure de modo incompleto, impreciso o insuficiente a los fines de su ejecución, se estará a las instrucciones que a tales efectos dicte por escrito la Dirección contra las cuales podrá alzarse el Contratista, en caso de disconformidad, en la forma que establece el Reglamento General de Contratación del Estado.

Las partidas alzadas de abono íntegro, se incluyen en los Cuadros de Precios del Proyecto.

#### **4.5.4 Valoración de la obra ejecutada**

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutadas a que se refiere el apartado correspondiente de este Pliego y los precios contratados, redactará, mensualmente, la correspondiente relación valorada al origen.

No podrá omitirse la redacción de dicha relación valorada mensual por el hecho de que en algún mes la obra realizada haya sido de pequeño volumen o incluso nula, a menos que la Propiedad lo acepte o hubiese acordado la suspensión de la obra.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución material que figuren en el cuadro de precios unitario del Proyecto para cada unidad de obra y a los precios de las nuevas unidades de obra no previstas en el contrato que hayan sido debidamente autorizados y teniendo en cuenta lo prevenido en el presente Pliego para abono de obras defectuosas, materiales acopiados, partidas alzadas y abono a cuenta del equipo puesto en obra.

El resultado de la valoración, obtenido de la forma expresada en el párrafo anterior, recibirá el nombre de Presupuesto de Ejecución Material.

Al presupuesto de Ejecución Material se le aplicará sin perjuicio de la existencia de otros criterios en el contrato de adjudicación de las obras, los correspondientes porcentajes de

Gastos Generales y Beneficio Industrial, así como I.G.I.C. aplicable (en su caso), para obtener el Presupuesto Base de Licitación.

El valor mensual de la obra ejecutada, se obtendrá aplicando al Presupuesto Base de Licitación el coeficiente de adjudicación.

Las certificaciones se expedirán tomando como base la relación valorada y se tramitarán por el Director.

En la misma fecha en que el Director tramite la certificación, remitirá al Contratista una copia de la misma y de la relación valorada correspondiente, a los efectos de su conformidad o reparos que el Contratista podrá formular en el plazo de diez (10) días, contados a partir del de recepción de los expresados documentos. En su defecto, y pasado este plazo, ambos documentos se considerarán aceptados por el Contratista, como si hubiera suscrito en ellos su conformidad.

El Contratista tiene derecho al abono, con arreglo a los precios convenidos, de la obra que realmente ejecute con sujeción al Proyecto que sirvió de base a la licitación, o sus modificaciones aprobadas y a las órdenes dadas por escrito por el Director.

#### **4.5.5 Obras ejecutadas en exceso**

Cuando, a juicio del Director, el aumento de dimensiones de una determinada parte de obra ejecutada, o exceso de elementos unitarios, respecto de lo definido en los planos de construcción, pudiera perjudicar las condiciones estructurales, funcionales o estéticas de la obra, el Contratista tendrá la obligación de demolerla a su costa y rehacerla nuevamente con arreglo a lo definido en los planos.

En el caso que no sea posible, o aconsejable a juicio del Director, la demolición de la obra ejecutada en exceso, el Contratista estará obligado a cumplir las instrucciones del Director para subsanar los efectos negativos subsiguientes, sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Aun cuando los excesos sean inevitables a juicio del Director, o autorizados por éste, no serán de abono si forman parte de los trabajos auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, y tampoco lo serán dichos excesos o sobre anchos, si están incluidos en el precio de la unidad correspondiente o si en las prescripciones relativas a la medición y abono de la unidad de obra en cuestión así lo establecieren los Pliegos de Condiciones Técnicas.

Únicamente serán de abono los excesos de obra o sobre anchos inevitables que de manera explícita así lo dispongan los Pliegos de Condiciones Técnicas, y en las circunstancias, procedimiento de medición, límites y precio aplicable que estos determinen.

Si en los Pliegos de Condiciones Técnicas o en los Cuadros de Precios no figurase precio concreto para los excesos o sobre anchos de obra abonables se aplicará el mismo precio unitario de la obra ejecutada en exceso.

#### **4.5.6 Obras ejecutadas en defecto**

Si la obra realmente ejecutada tuviera dimensiones inferiores a las definidas en los planos, ya sea por orden del Director o por error de construcción, la medición para su valoración será la correspondiente a la obra realmente ejecutada, aun cuando las prescripciones para medición y abono de la unidad de obra en cuestión establecidas en este Pliegos de Condiciones Técnicas prescribiesen su medición sobre los planos del Proyecto.

#### **4.5.7 Obras incompletas**

Cuando como consecuencia de rescisión o por cualquier otra causa, fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicará para la valoración de las mismas los criterios de descomposición de precios contenidos en los Cuadros de Precios sin que pueda pretenderse la valoración de cualquier unidad descompuesta en forma distinta.

#### **4.5.8 Abonos a cuenta por materiales acopiados**

Los materiales acopiados para su empleo en obra podrán ser abonados al Contratista, ateniéndose a lo dispuesto en la Cláusula 54 del vigente Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.

#### **4.5.9 Abonos a cuenta por materiales acopiados**

Siempre y cuando esté de acuerdo la Propiedad, podrán concederse abonos a cuenta, por razón del equipo y de las instalaciones necesarias para la ejecución de la obra, si son propiedad del Contratista, se hallan en disposición de ser utilizados y dicha utilización ha de tener lugar en plazo inmediato de acuerdo con el Programa de Trabajo.

#### **4.5.10 Cumplimiento de los plazos**

El Contratista estará obligado a cumplir los plazos parciales fijados para la ejecución sucesiva del contrato, y el general para su total realización.

Todas las contrataciones de obras referente a los tratados en este Pliego entrarán en vigor a partir del día siguiente a aquél en que se comunique al adjudicatario la orden de comienzo de los trabajos.

Si el Contratista, por causas imputables al mismo, hubiera incurrido en demora respecto de los plazos parciales de manera que haga presumir racionalmente la imposibilidad del cumplimiento del plazo final o éste hubiera quedado incumplido, la Propiedad podrá optar indistintamente por la resolución del contrato con pérdida de fianza o por la imposición de las penalizaciones que se establecen en este apartado.

Cuando existe incumplimiento del plazo total por causas imputables al Contratista, y la Propiedad opte por la imposición de penalizaciones, deberá conceder la ampliación del plazo que estime necesario para la terminación de las obras.

Los importes de las penalizaciones por demora se harán efectivos mediante deducción de los mismos en las certificaciones de obras que se produzcan.

La aplicación y el pago de estas penalizaciones no excluyen la indemnización a que la Propiedad pueda tener derecho por daños y perjuicios ocasionados con motivo del retraso imputable al Contratista.

Si circunstancias ajenas a la gestión del adjudicatario impusiesen la detención de las obras, ésta será ordenada por oficio del Director Técnico de las obras.

Este oficio determinará la interrupción del cómputo del plazo, el cual sólo seguirá contándose a partir del momento en que, también por escrito el Director Técnico, ordene la reanudación de las obras.

#### **4.5.11 Valoraciones de unidades de obras defectuosas pero admisibles**

Además de las fórmulas establecidas en el presente Pliego de Condiciones Generales, el Director podrá establecer fórmulas concretas para fijar la depreciación a aplicar sobre aquel volumen de obra ejecutada que estuviese representado por el resultado de algún ensayo preceptuado de control de calidad, cuyo valor, sin alcanzar el mínimo exigido, está lo suficientemente cerca de éste como para que dicha obra pueda ser calificada como aceptable, y siempre que supere un límite por debajo del cual, la obra debe ser rechazada.

Lo establecido en el párrafo anterior sólo podrá aplicarse cuando, a criterio del Director, el incumplimiento de las especificaciones que afecten a una determinada unidad de obra, no implique pérdida significativa en la funcionalidad y seguridad, no siendo posible subsanarlas a posteriori.

#### **4.5.12 Rescisión de las obras**

En caso de muerte o quiebra del Contratista quedará rescindido el contrato, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarlo a cabo, bajo las condiciones estipuladas en el mismo. La Propiedad podrá admitir o desechar dicho ofrecimiento, sin que, en este último caso, tengan derecho a indemnización alguna.

Quedará rescindida la contrata:

1. Cuando el Contratista no cumpliera las obligaciones contraídas en este Pliego.
2. En caso de incumplimiento notorio del plazo, y no mediara causa de fuerza mayor.
3. Por culpa del Contratista, cuando éste ceda o traspase el contrato sin permiso de la Propiedad.

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento al Contratista, se abonará a éste todas las obras ejecutadas con arreglo a las condiciones prescritas y todos los materiales a pie de obra, siempre que sean de recibo y en cantidad proporcional a la obra pendiente de ejecución, aplicándose a estos, los precios que fije el Director de Obra.

#### **4.5.13 Precios contradictorios**

Cuando la Propiedad juzgue necesario modificar alguna característica o dimensión de los materiales a emplear de alguna unidad de obra de la que figura precio unitario en el contrato y ello no suponga un cambio en la naturaleza ni en las propiedades intrínsecas de las materias primas que lo constituyen, por lo que dicha modificación no implica una diferencia sustancial de la unidad de obra, el Contratista estará obligado a aceptar el Precio Contradictorio fijado por la Propiedad a la vista de la propuesta del Director y de las observaciones del Contratista a esta propuesta, en trámite de audiencia.

En el caso en que el valor de la dimensión o de la característica que se trata de modificar, esté comprendido entre los correspondientes a los de dos unidades de obra del mismo tipo cuyos precios figuren en el Cuadro de Precios del Proyecto, el Precio Contradictorio a que se refiere el párrafo anterior estará comprendido entre los de estas dos unidades de obra y se calculará interpolando en función de los precios del mercado del material básico que se modifica.

Si se tratase de una dimensión o característica no acotada por los correspondientes precios existentes en el Cuadro de Precios, la determinación del Precio Contradictorio se realizará por extrapolación, en función de los precios del mercado.

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el mismo o cuyas características difieran sustancialmente de las

incluidas, los precios de aplicación de las mismas serán fijados por la Propiedad a la vista de la propuesta del Director y de las observaciones del Contratista a esta propuesta en trámite de audiencia.

En cualquier caso, los costes que se utilizarán para la fijación de Precios Contradictorios serán los que correspondan a la fecha en que tuvo lugar la licitación del contrato.

Los Precios nuevos, una vez aprobados por la Propiedad se considerarán incorporados, a todos los efectos, a los cuadros de Precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato.

#### **4.5.14 Modificaciones no autorizadas**

No se podrán introducir o ejecutar modificaciones en la obra objeto del contrato sin la debida aprobación de aquellas modificaciones y del Presupuesto correspondiente por la Propiedad.

Se exceptúan aquellas modificaciones que, durante la correcta ejecución de la obra, se produzcan únicamente por variación en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del Proyecto, las cuales podrán ser recogidas en la Liquidación, siempre que no represente un incremento del gasto superior al diez por ciento (10%) del precio del contrato.

En caso de emergencia, el Director podrá ordenar la realización de aquellas unidades de obra que sean imprescindibles o indispensables para garantizar o salvaguardar la permanencia de las partes de obra ya ejecutadas anteriormente, o para evitar daños inmediatos a terceros. La Dirección deberá dar cuenta inmediata de tales órdenes a la Propiedad.

#### **4.1.- MEDIDAS AMBIENTALES**

La descripción técnica de las medidas ambientales orientadas a prevenir, corregir o compensar los impactos ambientales generados durante las distintas fases del proyecto se recoge detalladamente en el Anejo 30 Estudio de Impacto Ambiental. No obstante, debido a su relevancia, a continuación, se describen los detalles técnicos de aquellas medidas

asociadas a las directrices elaboradas por el CEBAS- CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia:

### **Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrarias**

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la fase de ejecución del proyecto. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS- CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

El programa formativo que se aplicará incluye:

- ✓ **CURSO GENERAL: *Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA***

Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

- Introducción sobre el Plan, aplicación del principio DNSH, y un resumen del contenido de las directrices 1-4 del CSIC (visión general de las posibles medidas a implementar para mejorar la sostenibilidad e integración ambiental del regadío).
- Contenidos de relevancia para el CBPA, que, aunque no contemplados de manera directa en las directrices 1-4, están íntimamente relacionados con ellas y se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío: conservación y calidad del suelo, balance hídrico del suelo, fomento de la agricultura de precisión y el uso sostenible de plaguicidas, eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados, eficiencia energética en redes de riego presurizadas y principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

Además, se plantean una serie de cursos específicos acerca de los distintos aspectos que abordan las directrices 2 a la 4. Estos cursos abordan en profundidad las medidas descritas en las directrices anteriores.

Según las características de los proyectos y las directrices implementadas, se integrarán los cursos formativos específicos que complementen y amplíen la formación general recibida. Para el proyecto objeto de análisis se pretende impartir la formación específica siguiente:

- ✓ **CURSO ESPECÍFICO 2:** *Estaciones de control de calidad de las aguas de entrada de riego provenientes de fuentes alternativas, EDAR, desalinizadora o mezcla.*

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC.

El objetivo general es ofrecer un conocimiento general sobre la normativa vigente sobre calidad del agua para riego, de los elementos que debe incorporar una estación de control de la calidad del agua de origen no convencional, haciendo especial énfasis en los requerimientos para que pueda utilizarse como agua de riego, en la infraestructura y sensores necesarios, así como en su mantenimiento.

- ✓ **CURSO ESPECÍFICO 3:** *Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.*

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC.

Curso que ofrece un conocimiento general sobre la normativa de calidad de agua, de los elementos que debe tener una estación de control, de los retornos de riego con drenaje superficial, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

- ✓ **CURSO ESPECÍFICO 4:** *Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.*

Curso de formación específica sobre el contenido de la directriz 2 del CSIC.

El objetivo del curso es aportar un conocimiento general sobre los elementos que debe tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

- ✓ **CURSO ESPECÍFICO 5:** *Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadíos.*

Curso de formación específica sobre las medidas descritas en las directrices 3 y 4 del CSIC.

El objetivo general es la capacitación de técnicos y comuneros en buenas prácticas agrarias basadas en la naturaleza, conducentes a la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola en los paisajes de regadío. Los contenidos del módulo 7 del del curso general de contenidos comunes son aplicados en este curso a resolver dos casos prácticos.

### **Medidas para la mitigación del riesgo de ahogamiento para fauna los depósitos**

Se llevará a cabo la construcción de rampa de escape para fauna en depósitos. Podrá ser una rampa prefabricada instalada en el interior del depósito, o construida en obra o materiales que aseguren su durabilidad durante la vida útil del depósito. La pendiente de la rampa debe ser de unos 30°. Se instalarán dos rampas en cada uno de los depósitos (depósito de agua producto proyectado y depósito de mazacote ya existente, situado en la Montañeta de Agando). Las rampas irán adosadas de forma paralela a cada una de las paredes opuestas del depósito, ubicando la salida en sus esquinas contrapuestas.

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Medidas para la mitigación del riesgo de ahogamiento para fauna en balsa**

Se llevará a cabo la instalación de 4 escalas de salvamento de malla cuadrada de nylon (30x30mm de 1,20 de ancho), una en cada uno de los lados del rectángulo que forma la balsa, para asegurar el escape de la fauna en caso de caída accidental.

El cerramiento perimetral de acceso será el que se determine en la normativa de seguridad para impedir el acceso humano. Se deberá dejar al menos 1 m entre el límite del agua con la balsa completamente llena y el cierre perimetral, lo que permite espacio para la salida de los animales que hayan caído en la balsa. No obstante, se estudiará la viabilidad y seguridad de la instalación del cierre perimetral en la base del talud exterior de la balsa. Las bocas de aspiración estarán cubiertas por una jaula de rejilla con el fin de evitar la aspiración de especies netamente acuáticas y anfibios. Se evitará la instalación de rejillas en salidas con función de aliviadero.

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e*

*infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Hidrosiembra para prevenir la erosión y la escorrentía en los taludes de la balsa**

Sin las medidas adecuadas, en la “balsa de Tesejerague” los taludes pueden verse sometidos a las acciones erosivas ejercidas por el viento y por la escorrentía superficial durante las lluvias. Esto conlleva la pérdida progresiva de suelo en dichos taludes debido a su ligera pendiente y que además puede verse agravada por la ejecución de las canalizaciones enterradas de la nueva instalación fotovoltaica al modificar la estructura del terreno.

Se diseña la realización de una hidrosiembra en la parte exterior de los taludes de la “balsa de Tesejerague” como medida para el control de la erosión y la conectividad hidrológica. A través de la restauración de la cobertura vegetal se pretende conseguir mitigar los efectos que genera el agua de escorrentía ocasionada por las lluvias al circular por los taludes carentes de vegetación y que se ve acentuada por la pendiente que estos presentan.

### **Prescripciones técnicas para la ejecución de la hidrosiembra**

La hidrosiembra consiste en una mezcla de semillas de especies herbáceas y leñosas, mulch, abonos y estabilizantes vehiculizados en agua mediante la aportación al sustrato por presión que se proyecta directamente sobre los taludes de la balsa.

A continuación, se establecen las directrices determinantes para la correcta ejecución material de la hidrosiembra en los taludes de la balsa:

- Las mezclas de semillas se compondrán fundamentalmente de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas o poaceas formarán la mayoría de la biomasa de las comunidades herbáceas aportadas con la hidrosiembra. Las leguminosas se emplean por su gran interés ecológico, al fijar nitrógeno atmosférico, mejorando el suelo.
- La proporción adecuada de la mezcla es, aproximadamente, de dos gramíneas por cada leguminosa, siempre referido al número de semillas y no al peso, ya que cada especie presenta un tamaño diferente de semilla.
- La dotación mínima de semilla que se establece para la hidrosiembra es de 30 g/m<sup>2</sup>. Se propone esta dotación ya que la vegetación se asentará sobre terrenos delicados por motivos de pendiente y cuya susceptibilidad al lavado será mayor.

- Para hidrosiembra se utilizará la máquina denominada hidrosebradora, que distribuirá la mezcla de semillas, junto con agua, mulch, abonos y estabilizantes.
- Se realizará un el mulching de forma manual con paja de cereal, pendientes repartido en fajas por curva de nivel de ancho entre 20 y 30 m. Se distribuirá con autocargador forestal desde el punto de acopio al punto de esparcido y se extenderá de forma manual sobre los taludes. La densidad de la paja se considera de 2,5 t/ha.

### Ejecución de la hidrosiembra

El proceso, descrito cronológicamente, consistirá en:

1. Llenar el tanque de la hidrosiembra con agua hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador.
2. Poner en movimiento las paletas del agitador y continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, al tiempo que se introduce en el interior del tanque las semillas y los posibles abonos prepara siembras.
3. Colocar en forma conveniente la hidrosiembra con relación a la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

A los 6 meses de realizar la hidrosiembra, es importante valorar la necesidad de realizar una nueva resiembra en las zonas donde no se alcance una cobertura del 90%. En climas mediterráneos, las mejores épocas para realizar las hidrosiembras son el comienzo de la primavera y el final del otoño.

## Selección de especies

Se propone la siguiente selección de especies:

Especies	% de plantación
Cardón ( <i>Euphorbia canariensis</i> )	30
Tabaiba amarga ( <i>Euphorbia lamarckii</i> )	20
Verode ( <i>Kleinia neriifolia</i> )	20
Cornical ( <i>Periploca laevigata</i> )	10
Vinagrera ( <i>Rumex lunaria</i> )	10
Incienso ( <i>Artemisia thuscula</i> )	5
Tasaigo ( <i>Rubia fruticosa</i> )	5
	100%

Las semillas seleccionadas para las mezclas deben proceder de cultivos controlados por los servicios oficiales y se deben obtener según las disposiciones del reglamento técnico correspondiente. En todo caso, se priorizarán mezclas de especies autóctonas o adaptadas localmente siempre que sea posible y estén disponibles en el mercado, es preferible utilizar semillas propias de la zona de actuación o área geográfica cercana.

El conjunto de especies vegetales que componen la mezcla de semillas para la hidrosiembra satisfacen los siguientes criterios:

1. Tener un crecimiento inicial rápido para asegurar una cobertura vegetal rápida del suelo que asegure una protección rápida y persistente contra la erosión en las estaciones vegetativas posteriores.
2. Tener un sistema radical denso en profundidad y/o en la superficie.
3. Ser duraderas y persistentes, especialmente en condiciones que favorecen la erosión.
4. Poder disponer de semilla en el mercado durante las épocas preferentes de siembra.
5. Servir como plantas nutricias o refugio para polinizadores e invertebrados.

En ningún caso se utilizarán las contenidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras, publicado por el Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico.

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e*

*infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad de agua y de los retornos de riego**

Siguiendo las determinaciones establecidas en la Directriz 2, en este apartado se desarrollan las características que debe reunir una red de control de calidad de agua de riego y de los Flujos de Retorno de Riego (FRR), que se pretende diseñar con el objetivo de verificar, especialmente, la afección que esos retornos puedan producir sobre las masas de agua receptoras y contribuir a los objetivos de calidad derivados de la Directiva Marco del Agua (DMA) y del principio de no hacer demasiado daño al medio ambiente (DNSH). Se aborda también el control de la calidad (y cantidad) de las entradas de riego.

La puesta en marcha de esta red permitirá establecer las condiciones actuales de la calidad de las aguas, analizar las tendencias a largo plazo e identificar los factores que más efecto tienen. Todo ello permitirá a su vez optimizar los programas de control y definir buenas prácticas agrarias que minimicen el impacto ambiental de la actividad agrícola en las aguas superficiales y subterráneas.

La zona objeto de estudio abarca una zona regable de centro sur Fuerteventura, receptora de la red de riego objeto de la actuación. Las fuentes del agua de riego proceden aguas no convencionales (desaladas) por lo que es requisito indispensable caracterizar su cantidad y, con especial atención, su calidad. La evacuación del agua de drenaje se realiza a través de un acuífero volcánico, no existiendo flujos superficiales en el ámbito de estudio, por lo que la red de control de calidad debe realizar el seguimiento de los flujos subterráneos.

#### **Determinación de las entradas**

Para el caso de estudio, se considera que parámetros como Materia en suspensión (SST), sólidos disueltos y turbidez, Parámetros biológicos (Escherichia Coli- e-coli, Legionella, nematodos intestinales y clorofila, así como oxígeno disuelto no son de interés para las aguas desaladas.

El resto de parámetros recomendados son medidos en las propias estaciones desaladoras:

- Conductividad eléctrica, sulfatos, sodio, cloruro, boro, calcio, magnesio, hierro y
- manganeso. Interés: Los elementos sodio (Na) y boro (B) y los iones cloruros (Cl- )
- pH

- Metales pesados (cadmio, cinc, níquel y mercurio).
- Nitratos, fosfatos y bicarbonatos

La entrada de agua desalada a la zona regable procede de la estación de bombeo de la EDAM de Gran Tarajal, impulsada hacia dos niveles o escalones de cota (Mazacote y balsa de Tesejerague) a través de la tubería de impulsión de agua producto.

Se prevén dos puntos de control, uno localizado a la salida de la citada estación de bombeo, y otro a la salida de la balsa de Tesejerague.

CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM
EB - Gran Tarajal	Estación de Bombeo EDAM Gran Tarajal	Bombeo EDAM	595.261	3.120.777
Balsa-Tesejerague	Balsa de Tesejerague	Balsa	588.383	3.129.084

### Determinación de las salidas

En la zona regable objeto de estudio, al centro sur de Fuerteventura, los retornos de riego vierten a acuíferos (aguas subterráneas), en concreto el identificado en el Plan Hidrológico de Fuerteventura como masa de agua subterránea ES70FV003 Masa de la Cuenca de Gran Tarajal, cuya caracterización inicial es la siguiente:

CÓDIGO MASA	NOMBRE	Área Km <sup>2</sup>	TIPO DE ACUÍFERO	LITOLÓGÍA	HORIZONTE
ES70FV003	Masa de la Cuenca de Gran Tarajal	288,74	Fracturados de producción moderada	Basaltos antiguos	Superior

### Selección de puntos de control del sistema de drenaje subterráneo en el ámbito de la zona regable

La directriz establece una densidad mínima de puntos de una red de control de aguas subterráneas afectadas por retornos de riego, en función del tipo de acuífero y de la vulnerabilidad de la zona a la contaminación por nitratos.

Tipología	Puntos de control de calidad				
	Densidad (ha por punto)		Naturaleza	Profundidad (pozos)	
	ZV (*)	ZNV (**)			
Aluviales		500	1000	Pozos/ manantial	Totalmente penetrante
Otros cuaternarias		500	1000	Pozos/ manantial	Totalmente penetrante
Detríticos cuaternarios	no	1000	2500	Pozos	Varios metros bajo nivel freático
Carbonatados		500	1000	Pozos/ manantial	Varios metros bajo nivel freático
Fracturados		1000	1000	Pozo/ manantiales	Varios metros bajo nivel freático
Regolitos		1000	1000	Pozos	Totalmente penetrante
Fm de baja permeabilidad		1000	2500	Pozo	Pozos poca profundidad

\* Zona Vulnerable a la contaminación por Nitratos

\*\* Zona No Vulnerable a la contaminación por Nitratos

A partir de las redes de control existentes, se realiza la selección de los puntos de control de sistema de drenaje subterráneo de las masas de agua afectadas. No se considera necesario la ejecución de nuevos sondeos dada la existencia de suficientes puntos de control de la red DMA en la zona de estudio.

Considerando que la superficie de las parcelas cultivables ocupa un total de 146 ha (96 ha en Tesejerague, y 50 ha en Mazacote) para conseguir una densidad de la red de control de 500 ha/punto, la más desfavorable de las sugeridas en la directriz, el número mínimo de puntos de control sería 2. No obstante, dada la localización dispersa de las zonas regables y la presencia de zonas protegidas en el área de estudio, se planteará un número mayor de puntos de control, tanto para la calidad como para la piezometría, que garanticen el adecuado control de los flujos de retorno de riego.

En este sector se localizan puntos de control de la red DMA, de los cuales, se propone su incorporación a la red de FRR los siguientes:

CÓDIGO PUNTO	NOMBRE	Coord. X	Coord. Y	TIPO OBRA	PROFUNDIDAD (m)
1220027	2864-Tesejerague	587538	3126284	POZO	15,62
1220028	2122-Tarajalejo	586952	3121539	POZO	28,69
1220029	2090-Tarajalejo	586781	3120015	POZO	25,59
1220030	2865-Valle de Aceitún	595637	3123473	SONDEO	30
1220031	2241-Gran Tarajal	596419	3122206	POZO	11,55
1220032	1665-Catalina García	596512	3128983	POZO	27,63

### Parámetros que determinan la calidad del agua en los pozos

Los parámetros que actualmente se miden en los puntos de la red de control existente son los siguientes:

- Nitratos (mg/l)\*
- Amonio (mg/l)
- Cloruros (mg/l)
- Fluoruro (mg/l)
- Sulfatos (mg/l)
- Ortofosfatos (mg/l)\*
- Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) \*

Se considera que los parámetros más relevantes para el propósito de medir la calidad del agua de los retornos de riego, son los Nitratos, la Conductividad Eléctrica y los Fosfatos.

En este sentido:

- En cuanto a los nitratos, según el Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, la concentración de nitratos superior a 37,5 mgNO<sub>3</sub>/L en aguas subterráneas clasifica a las masas de agua como vulnerables, por lo que el control de los FRR habrá que asegurar que las aguas receptoras no alcanzan el valor máximo establecido. En Canarias el Decreto 54/2020, de 4 de junio, por el que se determinan las masas de agua afectadas por la contaminación de nitratos de origen agrario y se designan las zonas vulnerables por dicha contaminación, no designa zonas vulnerables en la DH de Fuerteventura.
- Sobre Conductividad Eléctrica, el valor umbral considerado para la MASb es de 2500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .
- Sobre fósforo, aunque se establece sólo para las aguas superficiales como indicador de problemas de eutrofización, dada la proximidad al mar y la posible descarga subterránea con altos contenidos que puedan afectar a los hábitats marinos, se establece un valor umbral de 0,7 mg/L, asegurando que las aguas receptoras del FRR no alcanzan el valor máximo establecido.
- Otros parámetros que determinan la calidad del agua en los pozos son los siguientes:
- Sólidos en Suspensión Totales (SST) es otra medida interesante per se, indicadora de procesos de erosión de las bombas y equipos de extracción de agua.

- Plaguicidas. Los mismos elementos definidos para las aguas superficiales. La norma de calidad establecida para los plaguicidas en las aguas subterráneas es de 0,1 µg/L (plaguicidas individuales) y 0,5 µg/L (suma).
- Componentes mayoritarios del agua, que comprenden calcio (Ca<sup>++</sup>), magnesio (Mg<sup>++</sup>), sodio (Na<sup>+</sup>), potasio (K<sup>+</sup>), carbonato y bicarbonato (CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>=</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>) y sulfato (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>). Las relaciones iónicas permiten analizar la evolución de la composición química de las aguas y nos permite determinar su origen.

### Frecuencia de muestreo

La Directriz 2 propone una frecuencia de muestreo mínima de los diferentes elementos en una red de control de calidad de aguas subterráneas en función del tipo de acuífero (Tabla 8 de la Directriz 2).

Para la red de control del agua de riego, de procedente de desalación (fuente no convencional), se proponen mediciones diarias de caudal, semestrales para nitratos, fosfatos y conductividad eléctrica, y anuales para el resto de parámetros.

Para la red de control de las aguas subterráneas, la Directriz N°2 propone unos valores mínimos de frecuencias de muestreo en función del tipo de acuífero (Tabla 8 de la directriz).

En la presente propuesta de red de control de FRR, se propone la frecuencia de muestreo recomendado para acuíferos fracturados, como describe la caracterización del acuífero de la masa de agua subterránea de Gran Tarajal. En concreto, las mediciones de nitratos y conductividad eléctrica tendrían una frecuencia trimestral y las del resto de parámetros una frecuencia anual.

Las mediciones del nivel del piezométrico serán diarias, requiriendo la instalación de dispositivos de registro continuo, que podrán ser modelos con data logger que no requieran cableado. Para este tipo de sondas, se deberá incorporar además una sonda de medida de las variaciones de presión atmosférica (baro-diver) para la compensación barométrica.

Es importante señalar que, tras un año de muestreos, se revisará el plan de muestreo propuesto (frecuencia y puntos de control). El análisis del primer año de datos debe de arrojar información sobre si se puede prescindir de puntos que no aporten información relevante o que presenten resultados similares a otros puntos, o si es necesario incorporar más puntos, así como el ajuste de la frecuencia de muestreo (ampliar o disminuir la

**"PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN LA ZONA CENTRO SUR DE FUERTEVENTURA, TT.MM. DE TUINEJE Y PÁJARA. ISLA DE FUERTEVENTURA (LAS PALMAS DE GRAN CANARIA)"**

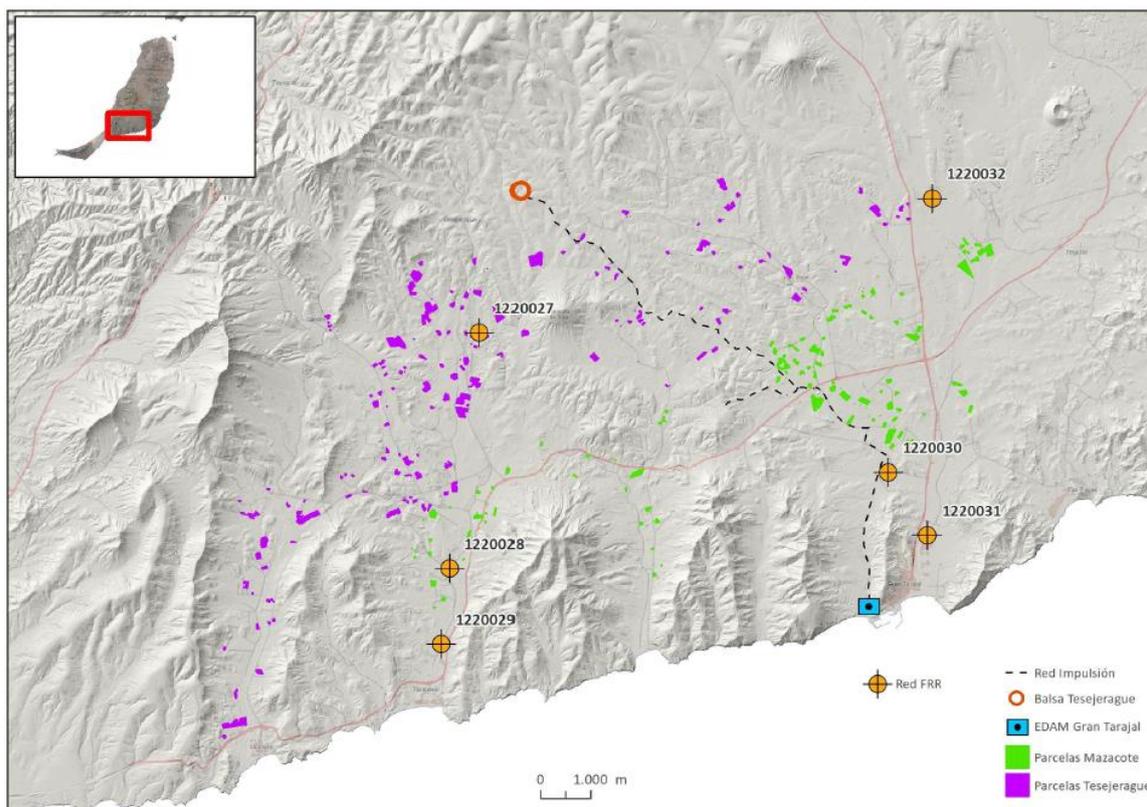
frecuencia de las medidas, más frecuencia en la estación de riego, frente a la de no riego o viceversa).

Además, ya que se ha considerado todos los puntos con el doble propósito de medir calidad y niveles piezométricos, tras el primer año de muestreo se valorará también la idoneidad de puntos de control exclusivos para un propósito determinado.

CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM	Mediciones / Frecuencia de muestreo
EB - Gran Tarajal	Estación de Bombeo Gran Tarajal	Estación de Bombeo EDAM	595.261	3.120.777	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h) -----Diario  <b>CALIDAD</b> Conductividad eléctrica (µs/cm) -----Semestral Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (mg/l) -----Semestral Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) (mg/l) -----Semestral Cloruro (Cl-) (mg/l) -----Anual Sodio(Na <sup>+</sup> ) (mg/l) -----Anual Magnesio (Mg) (mg/l) -----Anual Calcio (Ca <sup>2+</sup> ) (mg/l) -----Anual Bicarbonato y carbonatos. (mg/l) -----Anual Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) (mg/l) -----Anual Medidas ocasionales de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l) -----Anual Fe <sup>2+</sup> y Mn <sup>2+</sup> (si riego goteo)
Balsa-Tesejerague	Salida Balsa de Tesejerague	Balsa agua desalada	588.383	3.129.084	Se recomienda, además, los siguientes parámetros, probablemente incluidos en las mediciones habituales realizadas en la estación. Boro (B) (µg/l) Metales pesados (Cd, Zn, Ni, Hg) (µg/l)

Red FRR	CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO	X UTM	Y UTM	Nivel Piezométrico (m s.n.m)	CE (µs/cm) NO <sub>3</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> (mg/L)	COMPONENTES MAYORITARIOS (mg/L) (Na <sup>+</sup> ) (Ca <sup>2+</sup> ) (Mg <sup>2+</sup> ) (K) (SO <sub>4</sub> ) (Cl <sup>-</sup> ) (HCO <sub>3</sub> )	Plaguicidas (µg/L)
CALIDAD Y PIEZOMETRÍA	1220027	2864-Tesejerague	POZO	587538	3126284	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-
	1220028	2122-Tarajalejo	POZO	586952	3121539	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-
	1220029	2090-Tarajalejo	POZO	586781	3120015	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-
	1220030	2865-Valle de Aceitún	SONDEO	595637	3123473	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-
	1220031	2241-Gran Tarajal	POZO	596419	3122206	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-
	1220032	1665-Catalina García	POZO	596512	3128983	Diario*	Trimestral	Anual	Anual	-

\* Se requiere instalación de dispositivo de registro automático del nivel piezométrico.



*Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS- CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Medidas correctoras de revegetación en la planta fotovoltaica**

Dentro de la superficie ocupada por la planta será necesario que exista una cubierta vegetal suficiente que evite que el suelo permanezca desnudo y quede expuesto a la erosión por lluvia. Para ello se podrá establecer mediante crecimiento de la cubierta de vegetación natural o mediante la siembra de establecimiento de semillas de especies autóctonas o especies de cultivos herbáceos propios del entorno que sean beneficiosos para la fauna. En todos los casos, el control de la vegetación será mecánico y nunca utilizando herbicidas. Para el control mecánico habrá que definir los periodos de estos tratamientos para evitar o reducir la afección a las aves nidificantes en suelo.

*Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS- CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

## **Refugios para quirópteros**

Los quirópteros (murciélagos) son insectívoros que pueden contribuir significativamente al control de plagas. En las zonas agrarias intensivas existe poca disponibilidad de refugios para murciélagos. Esta medida está enfocada a incrementar la disponibilidad local de refugios artificiales. Existen evidencias de que esta medida contribuye a controlar plagas.

El principal problema de los refugios para quirópteros es la competencia de ocupación entre aves y murciélagos. Las cajas nido típicas con un pequeño agujero de entrada (diámetro 12-20 mm) favorecen la entrada de los murciélagos sobre aves, pero excluyen a las especies de murciélagos de mayor talla. En este sentido, se optará por la instalación de refugios específicos para murciélagos, cuyo acceso es a través de la base del refugio. La altura de colocación debe ser un mínimo de 3.5 – 4 m para dificultar el acceso a gatos y la vandalización por personas.

Se colocarán al menos 8 refugios que se mantendrán unidas al tronco de un árbol/palmera, en un poste o muro en zonas seleccionadas a lo largo de la zona regable beneficiada por el proyecto. Al ser los murciélagos gregarios, resulta adecuado distribuir los refugios en grupos de cajas (mínimo de 2) en los que las cajas individuales disten entre sí menos de 20 m. Por ello se colocarán 2 refugios en algunas de las principales infraestructuras proyectadas (balsa, depósito nuevo, captación, depósito existente...). Es recomendable que los accesos a la caja estén despejados de ramas, cables y otros obstáculos.

La ubicación exacta final de los refugios será determinada de forma previa a su colocación aprovechando al máximo los elementos constructivos y naturales presentes en la zona para cumplir con los requisitos de instalación.

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento *Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.**



Instalación de refugio para murciélagos. Obsérvese como el acceso está abierto en la base del refugio.

Fuente: ANSE

### **Cajas nido para aves insectívoras**

Las cajas nido se colocan con una orientación entre N y SE con el fin de evitar el exceso de insolación o calor. La orientación S es la que recibe mayor insolación mientras que las orientaciones SW y W reciben una insolación similar a las E y SE pero en horas de mayor calor.

Las cajas nido se colocan sobre árboles y paredes. En el árbol pueden colgarse de una rama o atornillarse al tronco. La primera opción es preferible por dos razones: se evitan daños al árbol y dan una mayor seguridad al dificultar el acceso a predadores. La altura de colocación debe ser un mínimo de 3.5 – 4 m para dificultar el acceso a gatos y la vandalización por personas.

Cajas para pequeñas aves con frente abierto son apropiadas para especies como petirrojos, colirrojos o lavandera blanca. Por los hábitos de estas especies, estas cajas pueden instalarse en árboles o grandes arbustos que formen una buena cobertura alrededor de la entrada de la caja. Estas cajas se pueden situar a una altura algo menor que la indicada de manera general si se dispone de árboles o grandes arbustos con gran espesura en el ramaje. Cajas para pequeñas aves a las que se accede a través de un agujero son apropiadas para especies como herrerillos o carboneros. El tamaño del agujero actúa como filtro de las especies que pueden criar. Para seleccionar sobre todo especies de marcado carácter

insectívoro y evitar otras especies que pueden causar daños a las cosechas como los estorninos se recomienda que la entrada tenga un diámetro < 30 mm.

Con el objetivo de propiciar el incremento de la disponibilidad de espacios para la nidificación de las aves en la zona regable beneficiada por el proyecto, se procederá a la instalación de al menos 1 caseta nido casetas-nido con acceso por agujero para pájaros tipo herrerillo y 1 casetas-nido de frente abierto para pájaros tipo petirrojo, en algunas de las principales infraestructuras proyectadas (balsa, depósito nuevo, captación, depósito existente...). Es decir, se colocará una caja nido de cada tipología en algunas de las infraestructuras señaladas, un total de 8 cajas nido como mínimo. Se recurrirá a soluciones disponibles en el mercado que garanticen su durabilidad y resistencias a las inclemencias del tiempo. Tanto las cajas nido se colocarán en ejemplares arbóreos situados en el entorno de la zona regable beneficiada por el proyecto, previamente seleccionados en base a sus adecuadas condiciones.

La ubicación precisa final de las cajas nido será determinada de forma previa a su colocación aprovechando al máximo los elementos naturales presentes en la zona para cumplir con los requisitos de instalación.



Ejemplo de las cajas nido propuestas. De frente abierto y con acceso por agujero, respectivamente  
*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

## **Cajas nido para lechuzas**

La lechuza canaria oriental (*Tyto alba gracilirostris*) es una subespecie endémica del archipiélago canario, presente únicamente en las islas de Fuerteventura (también en el islote de Lobos) y Lanzarote (incluyendo Graciosa, Montaña Clara y Alegranza), la cual se considera Vulnerable, tanto en el Catálogo Español/LESRPE como en el Catálogo Canario de especies amenazadas. En las islas centrales y occidentales (Tenerife, Gran Canaria y Hierro) se encuentra la subespecie nominal *T. alba alba*, la cual no está considerada como Amenazada.

Se carece de información suficiente sobre su distribución, número de efectivos y tendencias poblacionales. No obstante, se conoce que es una rapaz escasa de la que se desconoce en detalle su biología y su incidencia real.

Vive en zonas subdesérticas, con predominio de plantas xerofíticas de pequeño porte y escasa cobertura (chenopodiáceas y euforbiáceas principalmente), habiéndose detectado en todo tipo de hábitats: cultivos, acantilados costeros, arenales, llanos terroso-pedregosos, etc. En general, aunque caza en zonas abiertas, suele anidar en barrancos, macizos montañosos, conos volcánicos y canteras abandonadas.

Sus principales amenazas son fundamentalmente la destrucción de hábitat, el expolio de nidos y la caza, aunque es frecuente encontrar aves atropelladas en las carreteras. Quizá le afecte el uso de biocidas. Para su conservación, se debe fomentar su estudio, para conocer con más precisión su biología y la incidencia real de los factores de amenaza aludidos.

Para ello, se propone la instalación de dos cajas nido para lechuza, con el objetivo de crear nuevos espacios para la colonización por parte de esta rapaz nocturna, y que supongan, a su vez, puntos de observación y seguimiento fácilmente accesibles para su estudio.

Además, las lechuzas realizan una importante labor de control biológico de plagas y se ha demostrado su inestimable utilidad en el control de plagas de roedores: ratas, topillos y ratones de campo, estando especialmente indicadas para combatir plagas en explotaciones agrícolas en huertas, frutales, viñedos, terrenos forestales, etc.

La instalación de una caja nido para lechuzas debe seguir ciertos pasos y consideraciones para proporcionar un ambiente seguro y adecuado para estas aves. A continuación, se describen los pasos generales para la instalación de una caja nido para lechuzas:

1. **Elección del lugar:** Es importante seleccionar un lugar adecuado para instalar la caja nido. Algunas consideraciones a tener en cuenta son:
  - Proporcionar un ambiente seguro y confortable para las lechuzas.

- Colocar la caja nido a una altura mínima de tres metros (4-6 metros es lo ideal).
  - Buscar un lugar tranquilo y protegido de la exposición directa al sol y a fuertes vientos.
  - Evitar la proximidad de fuentes de perturbación, como luces brillantes o ruidos fuertes.
  - Instalar las cajas nido para lechuga a una distancia superior a 150 metros respecto a otras cajas nido de otro tipo.
2. **Orientación de la caja nido:** La orientación de la caja nido es importante para proporcionar un ambiente adecuado para las lechugas. Algunas recomendaciones incluyen:
- Orientar la entrada de la caja nido hacia el norte o hacia el este, evitando la exposición directa al sol de la tarde.
  - Asegurarse de que la entrada de la caja nido esté protegida de la lluvia y el viento predominante.
3. **Fijación de la caja nido:** Para asegurar la caja nido de manera adecuada, se pueden seguir los siguientes pasos:
- Utilizar materiales resistentes y duraderos para la construcción de la caja nido.
  - Fijar la caja nido de forma segura a una estructura estable, como un árbol o un poste.
  - Asegurarse de que la caja nido esté bien sujeta y no se balancee con el viento.

Cada una de las cajas nido irán en cada uno de los extremos de la impulsión, es decir, una en las inmediaciones del depósito de cabecera situado en la Montañeta de Agando, ya existente, y otra en las inmediaciones de la balsa de Tesejerague, de nueva construcción. La ubicación precisa final de las cajas nido será determinada de forma previa a su colocación aprovechando al máximo los elementos naturales presentes en la zona para cumplir con los requisitos de instalación.



Caja nido para lechuzas instalada gracias a nuestro proyecto de control biológico. Fuente: GREFA

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento *Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.**

### **Refugios para insectos**

Los refugios para insectos son popularmente conocidos como ‘hoteles’ para insectos o ‘bichos’. Son pequeñas estructuras que constan de agujeros, tubos o intersticios que permiten a los insectos utilizarlo como refugio, lugar de reproducción o invernada.

Los hoteles facilitan la presencia de abejas, avispas, tijeretas y un elenco de insectos predadores, de tal manera que dan soporte tanto a polinizadores como a enemigos naturales. Desde el punto de vista de la polinización y salvando las distancias pueden sustituir o complementar la instalación de colmenas de abejas domésticas que se da en algunos sitios como soporte a la polinización en cultivos o de abejorros en invernaderos. La diversidad de estos refugios es muy alta. No se recomienda la instalación de estructuras grandes y complejas ya que resultan muy llamativas y por la falta de familiaridad con ellas podrían resultar fácilmente vandalizadas. Es preferible instalar estructuras similares a cajas nido para aves.

Los materiales empleados para su construcción, son variados. En los laterales, su estructura utiliza madera (cortes en discos de troncos, ramas, virutas), corteza, paja, heno, cañizos, bambús, broza, turba, etc. Como material de relleno, se utilizan ladrillos porosos

perforados, terracotas (tanto de macetas de barro cocido como pipas a veces plásticas) y metales para los accesorios y posiblemente una pantalla de alambre para el acoplamiento de los materiales y como protección contra los pájaros.

La cubierta debe ser impermeable, a prueba de las inclemencias del tiempo. Es muy importante tener en cuenta que las celulosas y las maderas utilizadas se encuentren libres de productos químicos. La localización ideal para un refugio de insectos debe ser al mismo tiempo soleada y bien protegida. Deben de situarse próxima arbustos y árboles, para cubrir sus requisitos alimenticios por lo que se definirá su localización in situ, una vez terminada la obra.

Se colocarán al menos un total de 5 hoteles para insectos, de forma individual, en algunas de las principales infraestructuras proyectadas (balsa, depósito nuevo, captación, depósito existente...). En cuanto a la localización, las normas para cajas de aves son adecuadas en este caso con alguna modificación. Se deben colocar con una altura mínima de 2.5 m para evitar la perturbación por animales domésticos, se pueden colocar en troncos, postes y paredes. Al contrario que las aves, las exposiciones insoladas (norte) deben ser evitadas. Es importante que no estén sobre árboles que reciban directamente tratamientos fitosanitarios, o adyacentes a cultivos en forma tal que cuando se realice el tratamiento el refugio para insectos pueda verse afectado.

La ubicación exacta final de los "hoteles" será determinada de forma previa a su colocación aprovechando al máximo los elementos constructivos y naturales presentes en la zona para cumplir con los requisitos de instalación.



Diversos tipos de refugios para insectos. Fuente: McIvor & Packer (2015).

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Plantaciones de especies autóctonas y amenazadas para evitar la erosión y favorecer a polinizadores y enemigos naturales**

Se propone la plantación de arbustos de pequeño y mediano porte, con el objeto de conseguir la cobertura y sujeción del suelo, evitando o reduciendo de esta forma la aparición de procesos erosivos, naturalizar el espacio intervenido promoviendo las comunidades vegetales de la zona y las especies amenazadas objeto de conservación en el Plan de acción de la Reserva de la biosfera que engloba a la isla, así como servir de cobijo y alimento a distintas especies de fauna.

El diseño de las plantaciones obedecerá al objetivo principal de integrar ambiental y paisajísticamente todas y cada una de las infraestructuras proyectadas, empleando el número de ejemplares necesario para renaturalizar la superficie de la parcela donde se ubiquen. Se podrán ejecutar tanto plantaciones lineales como areales, dependiendo de la superficie disponible y las características físicas de la infraestructura.

Las especies arbustivas seleccionadas para esta plantación, son todas ellas de bajo porte, eminentemente heliófilas, y con ciertas características atractivas de la fauna, especialmente de la entomofauna para posibilitar que la pirámide animal prospere. Las especies son las siguientes, con base en su adaptabilidad, su nivel de protección y su facilidad para conseguir una rápida cobertura vegetal:

Especies endémicas amenazadas: *Argyranthemum winteri* (margarita de Winter), *Echium handiense* (taginaste de Jandía), *Crambe sventenii* (col de risco majorera), *Salvia herbanica* (salvia majorera) y *Onopordum nogalesii* (cardo de Jandía). La plantación de estas especies cumple con una de las medidas recogidas en el Plan de acción de la Reserva de la biosfera para biodiversidad y flora.

Especies para complemento de hábitat: *Lycium intricatum* (cambrón), *Euphorbia balsamífera* (tabaiba dulce), *Euphorbia regisjubae* (tabaiba amarga), *Kleinia neriifolia* (verode), *Periploca laevigata* (cornical) y *Coronilla viminalis* (coronilla moruna).

Además, se complementarán las revegetaciones con la plantación de individuos de *Phoenix canariensis*, ya sea en pequeños grupos aislados en las inmediaciones de algunas

de las principales infraestructuras proyectadas (depósito nuevo, captación, depósito existente...), como en plantaciones lineales alrededor de la balsa de Tesejerague, siempre siguiendo las recomendaciones recogidas en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Para el grueso de las plantaciones, se define un marco de plantación de 3.500 uds/ha de forma genérica, pudiendo realizar agrupaciones de distintas densidades.

La planta utilizada procederá de viveros o establecimientos debidamente inscritos o, en su defecto, de aquellos otros viveros que garanticen la procedencia de las semillas, plantas y partes de planta de regiones o zonas con similares características ecológicas a los de la zona de actuación.

La época de plantación será bien en otoño (octubre–noviembre) o primavera (febrero–abril), dependiendo del final de las obras.

Se empleará planta de 1 a 2 savias en contenedor tipo pot forestal o similar que evite la espiralización de las raíces. La plantación se realizará al azar, procurando una distribución irregular, con hoyos de apertura manual, troncopiramidales, de 30x30x30 cm. Al final, deberán formarse unos setos o grupos arbustivos bajos con suficiente densidad para que sirva de refugio a la fauna local.

La plantación será manual y se realizará simultánea al tapado. Tras la plantación se realizará un primer riego de 10 l/hoyo.

Durante el primer año, a todas las plantaciones, se les aplicarán al menos 4 riegos con cisterna o cuba. En los cuatro años siguientes se realizarán dos riegos anuales.

*El diseño de esta medida se ha realizado considerando los criterios científico- técnicos incluidos en el documento Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

### **Creación de un punto de agua para mejorar la habitabilidad para la fauna**

Con esta medida se pretende conseguir fomentar la biodiversidad, actuando desde el proyecto para salvaguardar y fomentar la vida de los animales ofreciendo refugio y alimento a la fauna local y favoreciendo el asentamiento de poblaciones estables en la zona.

Como medida para mejorar la habitabilidad para la fauna en las inmediaciones de las IBA 341 y 342 y como medida para la integración ecológica se ha planteado, en la parcela

donde se ubicará la balsa, un espacio que será destinado a la creación de una charca, acompañada de la restauración de la cubierta vegetal, con plantaciones en su perímetro y entorno para proporcionar recursos a la fauna, particularmente a mamíferos y aves, ya que en este caso no existen anfibios autóctonos en la isla. A su vez, también beneficiará a los insectos que habiten en las cercanías, favoreciendo, de forma multifuncional, la colonización del área por parte de especies como la tarabilla canaria o el corredor sahariano. Por último, también servirá como punto de agua disuasorio para que un menor número de animales intenten acceder al agua acumulada en la balsa, apoyando así a las medidas de mitigación del riesgo para la fauna en balsas descritas anteriormente.

La charca contará con una superficie de unos 10 m<sup>2</sup>, será de forma irregular. La apertura de la cubeta se realizará por medios mecánicos hasta alcanzar una profundidad máxima de 0,45 m, creando una pendiente suave que facilite la entrada y salida de la charca a los animales.

Dado que la ubicación escogida se caracteriza por ser un suelo con alta permeabilidad, la charca deberá ser impermeabilizada, con lámina de polietileno y cubierta posteriormente por una capa de 10 cm de tierra procedente de la excavación y pasada por un tamiz de luz 0,5 cm.

En época de sequía, se deberá canalizar el agua hasta la charca desde un aliviadero u otra fuente de agua, bien mediante una pequeña canalización de tierra u hormigón de 25 cm de profundidad o bien con una tubería.

La localización de la charca se realiza aprovechando la convergencia de la escorrentía natural del terreno, marcado por líneas de flujo de agua con evidente conectividad hidrológica, lo que facilitará su llenado en periodos de lluvia. No obstante, la alimentación de la charca se realizará básicamente en época estival cuando la disponibilidad de agua se reduce.

En el perímetro alrededor del agua se dispondrá de un cordón de piedras de distintos tamaños y aspecto naturalizado, procedentes de la excavación y del propio terreno, a modo de rocalla que servirá de refugio a reptiles, aves e invertebrados.

Se plantea la plantación de distintas especies vegetales por bandas (la misma selección de especies arbustivas de las revegetaciones, en función de sus requerimientos hídricos), siendo el objetivo de esta plantación poder disponer de una cubierta vegetal en el entorno a la charca para dar cobijo en los inicios a la fauna que acuda a ellas y para dar sustento a especies de insectos polinizadores.

La plantación arbustiva se realizará al azar, procurando una distribución irregular, con hoyos de apertura manual, troncopiramidales, de 30x30x30 cm. Al final, deberán formarse unos setos o grupos arbustivos con suficiente densidad para que sirva de refugio a la fauna local. La presentación de las especies arbustivas, será de plantas de 1-2 savias en alveolo forestal o maceta.

La plantación será manual y se realizará simultánea al tapado. Tras la plantación se realizará un primer riego de 10 l/hoyo, con camión cuba o cisterna. Podrá complementarse con siembra a voleo en caso de que se hayan seleccionado especies cuya plantación sea mediante la siembra de semillas.

*El diseño de este espacio se ha basado en las indicaciones obtenidas de las directrices elaboradas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura del Consejo Superior de Investigaciones (CEBAS-CSIC), en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*

## **4.2.- ARQUEOLOGÍA**

Las actuaciones arqueológicas tienen una serie de pautas que comienzan mandando a Patrimonio un proyecto de obra. Este evaluará el posible impacto de la misma en los restos tanto documentados como ocultos en el subsuelo. A continuación, emitirá un primer informe de actuación (nada, prospección, sondeos o seguimiento) comenzando así los tramites arqueológicos.

A continuación, se describen las diferentes actuaciones que Patrimonio podrá solicitar antes/durante la ejecución del proyecto de obra.

- **Prospección arqueológica:**
  - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
  - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
  - Se realizará la prospección por parte de un arqueólogo cualificado.
  - Se redactará un Informe de Prospección con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.

- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Sondeos arqueológicos:**
  - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
  - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
  - Se realizarán los sondeos por parte de un arqueólogo cualificado.
  - Se redactará un Informe de Sondeos con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
  - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Raspado Arqueológico:**
  - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
  - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
  - Se realizará el raspado por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
  - Se redactará un Informe de Raspado con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
  - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Seguimiento arqueológico:**
  - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
  - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
  - Se realizará el seguimiento por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
  - Se presentarán a la dirección Informes Mensuales de Seguimiento documentando las labores realizadas por el arqueólogo cada mes.
  - Se redactará un Informe de Seguimiento Final con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.

- Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Excavación Arqueológica:**
  - Se presentará un proyecto en Patrimonio con la descripción de la actuación arqueológica a realizar, en este punto se recogerá la carta de adjudicación de obra al arqueólogo correspondiente.
  - Patrimonio emitirá un Permiso de Actuación.
  - Se realizará la excavación por parte de un arqueólogo cualificado y no antes.
  - Se redactará un Informe de Excavación con los resultados y conclusiones, registrando el Informe en Patrimonio.
  - Patrimonio emitirá una Resolución/Informe en el que determina las siguientes actuaciones a realizar.
- **Memoria Final:**
  - Tras la finalización de las obras se redactará una Memoria Final en la cual se detallarán todas las actuaciones arqueológicas realizadas.
  - Memoria Básica Final: cuando se producen 1 o 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
  - Memoria Compleja Final: cuando se producen más de 2 actuaciones (prospección, sondeos, raspado, seguimiento excavación).
  - Los documentos que se presenten en Patrimonio deben constar, por lo menos, de los siguientes apartados.
- **Proyecto Arqueológico:**
  - Antecedentes históricos de la zona.
  - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
  - Bibliografía.
  - Estudio geológico de la zona.
  - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
  - Descripción de la actuación arqueológica.
  - Planimetría.
    - Plano de proyecto.
    - Plano actuación arqueológica/resultados.

- Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
  - Equipo propuesto.
  - Documentación administrativa.
- **Informe Arqueológico:**
  - Antecedentes históricos de la zona.
  - Bibliografía.
  - Estudio geológico de la zona.
  - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
  - Descripción de la actuación arqueológica.
  - Conclusiones.
  - Documentación fotográfica.
  - Planimetría.
    - Plano de proyecto.
    - Plano actuación arqueológica/resultados.
    - Plano de la actuación arqueológica/resultados y de proyecto.
  - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).
- **Memoria Final:**
  - Antecedentes históricos de la zona.
  - Yacimientos arqueológicos (Carta Arqueológica), elementos etnográficos y vías pecuarias de la zona.
  - Bibliografía.
  - Estudio geológico de la zona.
  - Descripción del proyecto por el que se desarrolla la actuación arqueológica.
  - Descripción de todas las actuaciones arqueológicas.
  - Conclusiones.
  - Documentación fotográfica.
  - Planimetría.
    - Plano de proyecto.
    - Planos de las actuaciones arqueológicas/resultados.
    - Plano de la actuación arqueológica y de proyecto.
  - Documentación administrativa (Adjudicación / Actuación / Resolución).

### 4.3.- INFORMACIÓN Y PUBLICIDAD

Al tratarse de una actuación financiada por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, se dará cumplimiento a las normas establecidas en materia de información, comunicación y publicidad establecidas en el artículo 34 del Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Para ello, se colocará en lugar bien visible para el público, la siguiente señalización:

- Cuatro carteles provisionales, durante la fase de construcción.
  - Una placa permanente en las instalaciones más representativas de la obra durante la fase de explotación.
- MODELO DE CARTEL PROVISIONAL: 2,10 m x 1,5 m



- MODELO DE PLACA DEFINITIVA: 0,42 m x 0,42 m



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



ESPAÑA PUEDE

Medida C3.I1: PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y LA SOSTENIBILIDAD EN REGADÍOS

### TÍTULO DEL PROYECTO



Cofinanciado por la  
Unión Europea

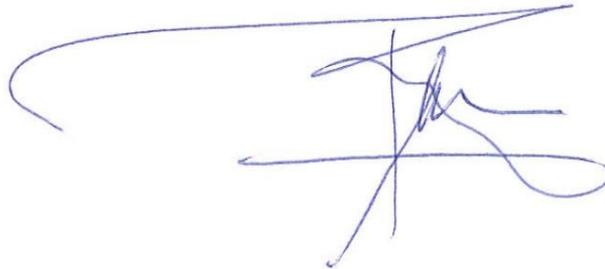
INVERSIÓN:

Santa Cruz de Tenerife, Julio 2023



Belén Martín Peña

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.



Felipe Sánchez Rivero

Ingeniero Agrónomo.