



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Proyecto de red de saneamiento y abastecimiento de  
agua de un Polígono Industrial**

Departamento de Ingeniería Mecánica

**Alumno: Soraya Irene Balsalobre Ortiz**  
**Profesor: M<sup>a</sup> Belén Muñoz Abella**

**Junio 2014**

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	7
1.- ANTECEDENTES .....	7
2.- OBJETIVOS EL TFG .....	7
3.- ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	8
MEMORIA GENERAL.....	9
1.- ESTADO ACTUAL .....	9
2.- ACCESIBILIDAD.....	9
3.- NORMATIVA URBANÍSTICA.....	9
4.- CONSERVACIÓN DE LA URBANIZACIÓN.....	10
PROYECTO DE EXPLANACIÓN Y PAVIMENTACIÓN .....	11
DE LA RED VIARIA.....	11
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	12
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	12
3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	12
4.- CAJEADO Y DISEÑO DE VIALES.....	12
4.1-Desbroce y excavación.....	12
4.2-Desmontes .....	13
4.3-Reafirmado.....	13
4.4-Sub-Base.....	13
4.5-Bases.....	13
4.6-Capa de rodadura .....	13
4.7-Acerado.....	13
5.- PLANOS.....	13
PROYECTO DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CONTRAINCENDIOS.....	14
1.- OBJETO DEL PROYECTO.....	15
2.- REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	15
3.- DOTACIÓN EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.....	16
3.1.- Velocidades.....	18
3.2.- Presiones.....	19
3.3.- Comprobación en caso de incendio.....	19
4.- CONEXIÓN CON EL SISTEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	19
5.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	19
5.1.- Definición de nudos y tramos.....	20

6. DEPÓSITO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	21
6.1.-Tubería de aspiración.....	22
6.2.-Grupo motobomba.....	22
6.3.-Aliviadero y desagüe .....	23
6.4.-Estructura.....	24
7. PLANOS.....	31
8. CALCULOS DE LA RED.....	32
PROYECTO DE RED DE SANEAMIENTO.....	56
1. OBJETO DEL PROYECTO.....	57
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	57
3. CONDICIONANTES DEL DISEÑO.....	57
4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES EVACUADOS. ....	58
4.1.-Caudal de aguas pluviales.....	58
4.2.-Caudal de aguas residuales. ....	61
5. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	63
6. PLANOS.....	64
7. CALCULOS HIDRAULICOS. ....	64
7.1.- Cálculos hidráulicos de aguas residuales.....	65
7.2.- Cálculos hidráulicos de la red de pluviales. ....	74
PLAN DE OBRA.....	85
PLANOS.....	87
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	88
1.- CONDICIONES DE TIPO GENERAL.....	88
1.1.- Objeto de este pliego. ....	88
1.2.- Descripción general de la obra. ....	88
1.3.- Condiciones generales de índole legal.....	88
1.4.- De los materiales y sus aparatos, su procedencia. ....	89
1.5.- Plazo y comienzo de ejecución.....	89
1.6.- Sanciones por retraso de las obras.....	90
1.7.- Obras de reforma y mejora. ....	90
1.8.- Trabajos defectuosos. ....	90
1.9.- Vicios ocultos. ....	91
1.10.- Recepción provisional de las obras. ....	91
1.11.- Medición definitiva de los trabajos .....	92
1.12.- Plazo de garantía.....	92
1.13.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente. ....	92
1.14.- Recepción definitiva.....	92

1.15.- Dirección de la obra.....	93
1.16.- Obligaciones de la contrata.....	93
1.17.- Responsabilidades de la contrata.....	94
1.18.- Obras ocultas.....	95
1.19.- Seguridad e higiene en el trabajo.....	95
1.20.- Disposiciones de carácter general y particular.....	95
2.-DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	98
2.1.- Obras comprendidas.....	98
2.2.- Explanación.....	98
2.3.- Pavimentación.....	98
2.4.-Saneamiento.....	99
2.5.- Abastecimiento de agua.....	99
2.6.- Obras accesorias o auxiliares e imprevistas.....	99
3.- CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.....	99
3.1.- Normas generales.....	99
3.2.-Material para terraplenes y rellenos.....	100
3.3.- Materiales a emplear en sub-base granular.....	101
3.4.- Materiales a emplear en la base granular.....	102
3.5.- Agua.....	103
3.6.- Cemento.....	103
3.7.- Áridos para hormigones.....	103
3.8.- Productos de adición a los hormigones.....	104
3.9.- Madera para encofrado.....	104
3.10.- Cimbras, medios auxiliares y apeos.....	104
3.11.- Redondos para armaduras.....	105
3.12.- Ladrillos y piezas cerámicas.....	105
3.13.- Sumideros y acometidas.....	105
3.14.- Tubos de P.V.C. corrugado.....	106
3.16.- Tubos de polietileno.....	106
3.17.- Piezas especiales.....	106
3.18.- Válvulas para las tuberías.....	108
3.19.- Ventosas.....	110
3.20.- Desagües.....	111
3.21.- Bocas de riego.....	111
3.22.- Hidrantes.....	111
3.23.- Llaves de paso.....	112
3.24.- Goma para juntas.....	112

3.25.- Materiales para tapas y pates para registros. ....	113
3.26.- Bordillos. ....	114
3.27.- Ensayos. ....	116
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	118
1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. ....	118
1.1. Introducción. ....	118
1.2. Derechos y obligaciones. ....	118
1.3. Servicios de prevención. ....	124
1.4. Consulta y participación de los trabajadores. ....	125
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. ....	126
2.1. Introducción. ....	126
2.2. Obligaciones del empresario. ....	127
3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. ....	132
3.1. Introducción. ....	132
3.2. Obligación general del empresario. ....	132
4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO. ....	133
4.1. Introducción. ....	133
4.2. Obligación general del empresario. ....	134
5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. ....	140
5.1. Introducción. ....	140
5.2. Estudio básico de seguridad y salud. ....	140
5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras. ....	157
6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. ....	158
6.1. Introducción. ....	158
6.2. Obligaciones generales del empresario. ....	158
Presupuesto de ejecución material. ....	161
PRESUPUESTO. ....	161
CONCLUSIONES. ....	162
BIBLIOGRAFÍA. ....	163

## Agradecimientos

Quiero agradecer a mi tutora María Belén Muñoz por querer dirigir mi trabajo, y por su ayuda, apoyo y comprensión en todo momento.

A todos mis compañeros que me han acompañado durante estos cuatro años en especial a Ale, Sara, Sonsoles, Álvaro, Rubén, Jose y Carlos, por compartir los mejores momentos que he vivido en este tiempo y porque sin ellos nunca lo habría conseguido.

A Mario por todo su apoyo durante estos años, porque gracias a él pude estudiar ingeniería.

A mis padres y mi hermana, por quererme tanto y estar ahí en los momentos más difíciles de mi vida.

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.- ANTECEDENTES**

El presente Proyecto de red de saneamiento y abastecimiento de agua, se redacta como Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Tecnologías industriales para la Universidad Carlos III de Madrid.

Ha sido redactado por la alumna Soraya Irene Balsalobre Ortiz, matriculada en la mencionada asignatura y revisado por María Belén Muñoz Abella, profesora de dicha universidad.

El polígono afectado se encuentra situado al noroeste de la localidad de Santa Cruz de Mudela, paralelo a la Autovía de Andalucía. Actualmente en esa zona existe un polígono industrial el cual ha servido de inspiración para la realización de este proyecto, habiéndose diseñado de una forma similar al existente pero con parcelaciones y viales diferentes, (datos indispensables para el cálculo de las tuberías).

Para la redacción del presente proyecto se ha partido del documento de planificación del Excmo. Ayuntamiento denominado Plan Parcial Sector 1 de Santa Cruz de Mudela, que define la ordenación según un diseño funcional y adaptado a la normativa vigente.

Se ha realizado el proyecto de explanación y pavimentación ya que era necesario para poder definir la red de saneamiento y abastecimiento. Dado que la finalidad de este proyecto no es realizar el proyecto de urbanización, éste se ha realizado de forma poco detallada, identificando los datos necesarios para la realización de los proyectos objetivo de este trabajo.

El documento se ha estructurado en proyectos específicos independientes para cada una de las infraestructuras:

- Estructura Viaria
- Red de Saneamiento
- Red de Abastecimiento de agua potable y contra incendios.

### **2.- OBJETIVOS EL TFG**

El objetivo del presente trabajo de fin de grado es planificar, describir, calcular y presupuestar las instalaciones de una red de saneamiento y una red de abastecimiento de agua de un polígono industrial.

Para el desarrollo del presente proyecto se tendrá en cuenta la normativa y los reglamentos vigentes y la aplicación de la misma para el diseño y calculo de las instalaciones.

### **3.- ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

- 1- Memoria General.
  - a. Proyecto de Explanación y Pavimentación.
  - b. Proyecto de Abastecimiento de agua potable, riego e hidrantes.
  - c. Proyecto de Saneamiento.
  - d. Plan de obra.
- 2- Planos.
- 3- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 4- Estudio de seguridad y salud.
- 5- Presupuesto.
- 6- Conclusiones.



## **MEMORIA GENERAL**

### **1.- ESTADO ACTUAL**

La zona a urbanizar corresponde actualmente a terrenos rústicos y de labor, con una extensión aproximada de 235.830 m<sup>2</sup>, habiendo sido modificada por las Ordenanzas urbanísticas vigentes en el municipio de Santa Cruz de Mudela, para construcción de parcelas de uso industrial.

En lo referente a su altimetría, esta zona, tiene su punto más elevado en la cota 709.00 descendiendo de Este a Oeste hasta la cota 704.00, lo que representa una diferencia de altura de 5 m.

La ubicación de los servicios e infraestructuras existentes en la zona son los siguientes:

- El acceso se efectuará por un camino adyacente existente, paralelo a la Autovía A-4 de Andalucía, P.K. aproximado 213. Dicho camino quedará acondicionado y adaptado para el tráfico rodado que se prevé.
- El punto de vertido de la red de pluviales se realizará en la red de pluviales municipal.
- El punto de vertido de la red de residuales se realizará en la red de residuales municipal.
- Conexión con la red general municipal de agua potable que suministrará caudal suficiente durante 6 horas al día con una presión de 40m.c.a. quedando el resto del día compensado con la construcción de un depósito de reserva, equipado con grupo de presión ( entre 40 y 60 m.c.a.). Dicho depósito garantizará en abastecimiento de acuerdo con la normativa vigente, tanto para agua potable de consumo como para hidrantes de la red contra incendios.

### **2.- ACCESIBILIDAD**

El polígono afectado se encuentra situado al noroeste de la citada localidad de Santa Cruz de Mudela, paralelo a la Autovía de Andalucía.

El enlace de acceso se reordenará en el camino paralelo a la dicha Autovía, quedando contemplado en este proyecto su estudio y desarrollo.

### **3.- NORMATIVA URBANÍSTICA**

Para la redacción del presente Proyecto se ha tenido en cuenta lo especificado en las Normas Subsidiarias de Planeamiento, donde se ordenan volúmenes, y se definen alineaciones y rasantes y, las

Ordenanzas Municipales en cuanto a Urbanizaciones del Ayuntamiento de Santa Cruz de Mudela.

Específicamente se han consultado las siguientes publicaciones:

- Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la redacción del Proyecto de Obras de Urbanización.
- Instrucción de hormigón estructura EHE-08.
- Instrucción para recepción de cementos RC-03.
- Reglamentación y Normativa vigente para cada uno de los proyectos específicos que se contemplan.

#### **4.- CONSERVACIÓN DE LA URBANIZACIÓN**

La conservación y mantenimiento de las obras de urbanización corresponde a los propietarios del suelo que se benefician de las mismas. El reparto de los gastos se realizará de la forma prevista para la ejecución.

## **PROYECTO DE EXPLANACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DE LA RED VIARIA**

1. OBJETO DEL PROYECTO.
  
3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
  
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS
  
4. CAJEADO Y DISEÑO DE VIALES.
  
5. PLANOS.

## **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto alcanza las obras precisas para conseguir el establecimiento de una red viaria suficiente para soportar el tráfico de vehículos ligeros, pesados y peatonal en la intervención que nos ocupa, con el fin de obtener los datos necesarios para el cálculo de las redes objeto del presente proyecto.

## **2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.
- Instrucción de hormigón estructura EHE-08.
- Instrucción para recepción de cementos RC-03.

## **3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.**

Para la comunicación y accesos entre las distintas parcelas se procederá a la construcción de nuevos tramos de viales con las alineaciones y anchos determinados por el plan parcial.

Diseño y descripción de los distintos viales utilizados:

- 1- Calle tipo 1: Calzada central de dos carriles de 3.00m de ancho. Acerado a ambos lados de 2.00m de ancho y aparcamientos a ambos lados de 2.50 m.
- 2- Calle tipo 2: Calzada central de dos carriles de 3.00m de ancho. Acerado a ambos lados de 4.00m de ancho y aparcamientos a ambos lados de 2.50 m.
- 3- Descripción de la glorieta: De entrada y conexión con la vía de acceso principal. La isleta central de 18.00m de radio, carril de rodadura de 3.60 m y abocinamiento de carriles de entrada y salida.

## **4.- CAJEADO Y DISEÑO DE VIALES.**

### **4.1-Desbroce y excavación.**

Se limpiará una capa superficial de terreno de unos 20 cm de espesor por medios mecánicos, para limpieza y regularización del terreno, rebajando la cota del mismo para posteriormente poder encajar las explanadas de cada uno de los ejes de los viales, así como de la glorieta que se pretende acometer.

#### **4.2-Desmontes**

Se desmontarán las zonas precisas para el cajeo de calles por medio de máquina excavadora.

#### **4.3-Reafirmado.**

Con el fin de sentar el firme sobre una superficie lo más regular posible, se retocará el terraplenado, por medio de una máquina motoniveladora en las zonas que sea preciso.

#### **4.4-Sub-Base**

La Sub-base se formará con una capa de 20 cm de Zahorra Natural, extendido, apisonado y compactado con formación de pendientes hacia los laterales del 2%.

#### **4.5-Bases**

En zona de calzada y aparcamiento, las bases serán de hormigón para obtener un firme semirrígido de espesor de 15 cm.

#### **4.6-Capa de rodadura**

Igualmente en zona de calzada y aparcamiento, se rematará con doble capa superficial de asfalto de 6 cm de espesor, intercalando un riego de imprimación entre base y capas superficiales.

#### **4.7-Acerado**

Se constituirá con una capa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor sobre una capa de zahorra artificial, rematándose con baldosa hidráulica de 20x20 cm sobre mortero de agarre 1/6. Se cuidarán las pendientes para el buen deslizamiento de las aguas, con un 2% aprox. en acera lindando con aparcamientos y un 2% longitudinales en acera lindando con paso de peatones.

### **5.- PLANOS.**

- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- TOPOGRÁFICO.
- DISEÑO DE VIALES.
- PERFILES LONGITUDINALES DE VIALES.
- DETALLES CONSTRUCTIVOS DE VIALES.
- ORDENACIÓN – PARCELACIÓN.

## **PROYECTO DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CONTRAINCENDIOS.**

1. OBJETO DEL PROYECTO.
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
3. DOTACIÓN EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.
4. CONEXIÓN CON EL SISTEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.
5. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.
6. DEPÓSITO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
7. PLANOS.
8. CÁLCULOS.

## **1.- OBJETO DEL PROYECTO.**

La finalidad de la red en proyecto es la de garantizar el suministro de agua a todas las parcelas existentes en el polígono industrial, así como a todos los servicios.

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red de abastecimiento de agua que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

## **2.- REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el "Pliego de prescripciones generales para tuberías de abastecimiento de agua".
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones publicadas por el MOPU en 1976.
- Orden Ministerial de la vivienda del 23/12/1975. Instalaciones de fontanería. NTE-IFA-Abastecimiento.
- Instrucción de hormigón estructura EHE-08.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de agua.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Fichas técnicas de los materiales a utilizar.
- Libros de consulta:
  - Luis Jesús Arizmendi (1995). *Instalaciones Urbanas: infraestructura y planeamiento*. Bellisco.
  - Ernest W.Steel (1981). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Gustavo Gili.
  - Jaime Arviza Valverde, Ibán Balbastre Peralta, Pablo González Altozano (2002). *Ingeniería rural: hidráulica*. Universidad Politécnica de Valencia.
  - P. J. Montoya, A.G.Meseguer, F. Morán. (2000) *Hormigón Armado* Gustavo Gili.

### 3.- DOTACIÓN EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.

Para hallar la dotación o consumo medio diario se deben estudiar los diferentes usos existentes en la zona de actuación.

Para el cálculo del caudal se han elegido las siguientes dotaciones:

- Parcela industrial                    5.00 l/m<sup>2</sup>-día
- Parcela dotacional                20.00 l/m<sup>2</sup>-día (media de dotación entre oficinas y centro comercial)
- Parcela de zona verde            3.00 l/m<sup>2</sup>-día
- Bocas de riego en viales: Estos dispositivos se utilizan para el riego de jardines, así como para la limpieza de calles y alcantarillado (cámara de descarga). Se puede establecer la siguiente dotación:
  - Limpieza de viales                    1 a 1,5 l/m<sup>2</sup>·día
  - Riego de jardines
    - 1,5 a 3,0 l/m<sup>2</sup>·día en zona húmeda
    - 3,0 a 6,0 l/m<sup>2</sup>·día en zona media
    - 6,0 a 9,0 l/m<sup>2</sup>·día en zona seca
  - Limpieza de alcantarillado            15 a 25 l/ml·día

Una vez determinada la dotación diaria por habitante se calcula el caudal instantáneo punta Q mediante la siguiente fórmula:

$$Q = ((S \cdot D) / 86400) \cdot C_2 \cdot C_p$$

Q - caudal instantáneo punta (l/seg.)

S - superficie de la dotación (m<sup>2</sup>).

D - Dotación prevista (l/hab.día)

C<sub>2</sub> -Coeficiente reductor en función de la dotación (1,12 para dotaciones medianas).

C<sub>p</sub> -Coeficiente por pérdidas (1,25)



En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada punto de suministro:

<i>SUMINISTRO ENTRONQUE</i>	<i>PARCELA (m<sup>2</sup>)</i>	<i>ZONA VERDE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>DOTACION (m<sup>2</sup>)</i>	<i>QPI (l/s)</i>	<i>QZV (l/s)</i>	<i>QDT (l/s)</i>	<i>QT (l/s)</i>
1	2235,67	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
2	2205,55	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
3	2175,41	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
4	2145,29	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
5	2076,50	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
6	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
7	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
8	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
9	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
10	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
11	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
12	2084,58	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
13	3251,52	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,26
14	2150,84	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
15	2140,74	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
16	2130,66	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
17	2120,56	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
18	2110,42	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
19	2097,86	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
20	2090,30	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
21	2072,96	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
22	2136,90	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
23	2145,14	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
24	2145,14	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
25	2145,14	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
26	1978,14	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
27	1929,52	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
28	2125,46	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
29	2125,46	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
30	2125,46	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
31	2118,16	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
32	1853,96	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,15
33	1600,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,13
34	1837,30	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,15
35	0,00	11852,97	622,50	0,00	0,58	0,20	0,78
36	0,00	2093,50	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
37	0,00	11026,02	0,00	0,00	0,54	0,00	0,54
38	0,00	11026,02	0,00	0,00	0,54	0,00	0,54

39	1904,79	22557,89	0,00	0,15	1,10	0,00	1,25
40	2647,21	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,21
41	2358,02	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
42	2399,84	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
43	3349,34	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,27
44	1675,57	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,14
45	2164,42	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
46	1970,98	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
47	1988,18	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
48	2005,38	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
49	2021,58	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
50	2039,80	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
51	2057,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
52	2074,20	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
53	2091,50	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
54	1140,80	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09
55	2314,72	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
56	2340,66	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
57	2401,52	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
58	2497,73	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20
59	2490,99	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20
60	2378,26	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
61	2250,72	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
62	2177,23	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,18
63	2128,25	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
64	2137,98	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
65	2086,37	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
66	1004,02	2453,84	0,00	0,08	0,12	0,00	0,20

*Tabla 1. Caudal Instantáneo punta para cada punto de suministro.*

### 3.1.- Velocidades.

La velocidad es uno de los condicionantes básicos a la hora de proyectar correctamente una red de distribución de agua. Tanto los límites máximos como los mínimos de las velocidades de circulación del agua por las conducciones son hipótesis fundamentales para el cálculo de las redes, ya que las velocidades excesivas pueden provocar ruidos y roturas por sobrepresiones, mientras que las velocidades muy reducidas facilitan los fenómenos de depósitos y sedimentaciones.

Es habitual establecer las velocidades óptimas entre un máximo de 3 m./seg. para tubos de PVC y polietileno y un mínimo de 0,30 m./seg., si bien este mínimo puede no ser alcanzado debido a la exigencia fijada para el diámetro mínimo de las conducciones.

### **3.2.- Presiones.**

Para asegurar en los consumos una presión mínima a la cual se distribuye el agua es necesario determinar una presión mínima.

Por otro lado es necesario asegurar el exceso de presión, no sobrepasando en ningún punto de la red el valor límite de resistencia de la tubería empleada para evitar roturas.

En este caso se van a usar tuberías de PVC para una presión máxima de 100 m.c.a. y se va a determinar una presión mínima de 20 m.c.a..

### **3.3.- Comprobación en caso de incendio.**

Además del cálculo de la red de distribución para los caudales punta previstos, es preciso comprobar su funcionamiento en caso de que se produzca un incendio en el sector y sea necesaria la entrada en servicio de los hidrantes contra incendio.

Esta comprobación se realizará calculando de nuevo la red según las hipótesis establecidas en la NTE-IFA: los caudales punta se reducen a la mitad y se consideran dos nuevas acometidas, situadas en las dos bocas de incendio más próximas al punto de menor presión resultante del cálculo de funcionamiento normal de la red. El consumo de hidrantes de 80 mm de diámetro será de 5 l/s y el de hidrantes de 100 mm de diámetro será de 10 l/s.

## **4.- CONEXIÓN CON EL SISTEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.**

La toma de agua para el abastecimiento de la zona en proyecto se realizará sobre una conducción ya existente, ubicada en una parcela junto a la glorieta de entrada principal, que proporciona una presión de 40 m.c.a., pero con una incidencia de continuidad de 6 horas al día

La incidencia de continuidad obliga a la ejecución de un depósito de reserva con la suficiente capacidad para un suministro continuado de 24 horas de agua potable de consumo y 2 horas de funcionamiento de la red contra incendios, se incorporará un grupo de presión para asegurar el perfecto funcionamiento y dotación en todas las conexiones.

## **5.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED**

El cálculo de la red se realiza con la ayuda del programa informático denominado Instalaciones de Urbanización de la firma CYPE, siguiendo el método de Hardy-Cross de acuerdo a dos leyes:

1. Primera ley: la suma algebraica de los caudales que entran en un nudo de la red es igual a la suma de caudales que salen.

2. Segunda ley: Existe un punto de la malla en que las pérdidas de carga por un camino son igual a las pérdidas por otro camino distinto. O bien, dotando de signo a estas pérdidas, la suma de las pérdidas de carga en una malla cerrada es nula.

### 5.1.- Definición de nudos y tramos.

En la representación gráfica adjunta queda reflejada de manera esquemática la red de distribución. Los nudos quedan definidos por sus correspondientes números.

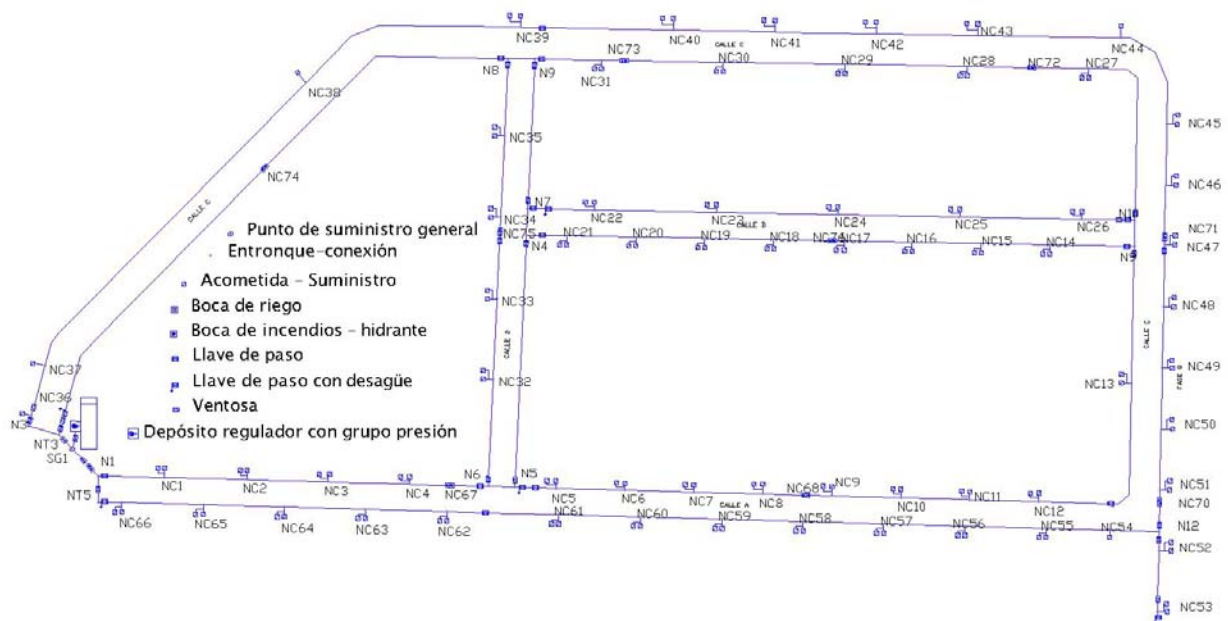


Figura 1. Esquema de la red de distribución de agua de la Actuación Industrial “Campo de aviación”.

Una vez introducidos los datos el programa procede al cálculo de la red, obteniéndose los resultados recogidos en los cuadros que se exponen en el apartado de cálculos. Los resultados responden a los dos casos estudiados:

1. Caudales punta de simultaneidad en toda la red.
2. Supuesto de incendio en el punto de menor presión: Cálculo de la red considerando el incendio localizado en el punto de la red en el que el cálculo anterior haya resultado con menor presión residual. La extinción de dicho incendio se realizará con los dos hidrantes más próximos al punto de incendio considerado. En este supuesto de funcionamiento se considera que los dos hidrantes están a pleno caudal, simultáneo con el resto de consumos, pero reducidos éstos últimos al porcentaje de dos hidrantes con respecto al total existente.

En cualquier caso, el diámetro de una conducción con bocas de incendio de 45, 70 y 80 mm no será inferior a 100 mm y con bocas de incendio de 100 mm no será inferior a 150 mm.

Se ubicarán bocas de riego para jardines, para limpieza de calles y alcantarillado (cámara de descarga), convenientemente distribuidas y a unos 200 m. de separación. El diámetro de la conducción, cuando existan bocas de riego, no será inferior a 80 mm.

Se intentará sectorizar la instalación mediante válvulas de regulación, siempre teniendo presente las normas de la compañía suministradora de agua y del planeamiento municipal. Las válvulas de retención asegurarán que el fluido no vaya en direcciones distintas a las establecidas, instalándose normalmente a la salida del punto de toma si se prevén retornos de agua perjudiciales.

## **6. DEPÓSITO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.**

Dado que la red de abastecimiento existente tiene una incidencia de continuidad de 6 horas al día en el punto de conexión, es obligatoria a la ejecución de un depósito de reserva con la suficiente capacidad para el funcionamiento de 2 horas de la red contra incendios.

Para dimensionar el depósito se propone dimensionarlo con la capacidad equivalente al volumen de agua demandado por el funcionamiento simultáneo de dos hidrantes durante 2 horas. Como la dotación de cálculo de un hidrante es de 500 l/min., el volumen del depósito será:

$$2 \times 500 \times 120 / 1.000 = 120 \text{ m}^3$$

Por otro lado se quiere garantizar el suministro de agua al Sector durante 24 horas en caso de cualquier clase de avería en la red municipal. Dado que el caudal punta es de 13,86 l/seg. Se obtiene que el depósito deba ser de 1.197,5 m<sup>3</sup>.

Con un depósito de 1.197 m<sup>3</sup> podemos garantizar el suministro de agua durante 24 horas en condiciones normales y garantizamos el mínimo del funcionamiento simultáneo de 2 hidrantes durante 2 horas.

La necesidad de posibilitar las labores de limpieza y mantenimiento exige su división en dos senos. Fijada la lámina de agua en 4,50, la superficie necesaria para cada seno sería del orden de 133m<sup>2</sup>, por lo que se proyectan dos senos rectangulares de 7 x 19 m<sup>2</sup>.

Tanto la tubería de salida como aliviaderos y desagües serán independientes para cada uno de los dos senos. A fin de no duplicar las instalaciones, cada par de cada una de estas tuberías, se unificarán en una caseta común a ambos senos, ubicada en la prolongación del muro que los separa. En esta misma caseta se situará la bomba de presión que dará la presión de 40 m.c.a. a la red del Sector.

Dado que el punto de conexión está en el mismo sitio a construir el depósito y que la red suministra 40 m.c.a, la red suministra suficiente presión para poder llenar el depósito a 4,50 m. por lo que se descarta introducir una bomba de presión para el llenado del depósito.

A pesar de proyectar el depósito, se prevé la instalación de un by-pass entre la tubería de alimentación y la propia red, que permitirá suministrar el caudal punta a la red de distribución, en caso de avería en el sistema de impulsión del depósito.

### 6.1.-Tubería de aspiración

La tubería general de aspiración está directamente conectada a los dos senos del depósito regulador. Su diámetro es de 140 mm.

La tubería de aspiración del grupo se conectará a la tubería general de conexión a la red de abastecimiento del sector. Además, para evitar el retroceso del agua, el grupo se dotará de una válvula de retención.

### 6.2.-Grupo motobomba

El caudal punta previsto es de 13,86 l/seg. Se proyecta un grupo de 15 l/seg. de caudal.

La potencia absorbida por la bomba será:

$$Wb = \frac{Q \times H}{75 \times \eta} \times \gamma$$

Q – Caudal útil en l/s

H – altura manométrica total en metros

$\gamma$  – Peso específico Kg/dm<sup>3</sup> (en el caso del agua este valor es 1)

$\eta$  – Rendimiento de la bomba.

$$Wb = \frac{15 \times 40}{75 \times 0,75} \approx 10,67 \text{ c. v.}$$

La potencia del motor admitiendo un rendimiento del 90%, será:

$$Wm = \frac{8}{0,90} \approx 11,85 \text{ c. v.}$$

Con un sobredimensionamiento del orden del 10% se adoptará un motor de 13 c.v

### 6.3.-Aliviadero y desagüe

A la entrada de la tubería de alimentación al depósito a cada uno de los senos, se dispondrá una válvula hidráulica, controlada por piloto, que cerrará el paso del agua cuando el nivel del agua en el seno correspondiente haya alcanzado una cota preestablecida.

En el caso de que éste mecanismo no funcione se dispondrá de una tubería aliviadero, en cada uno de los senos, capaz de evacuar el caudal de alimentación del depósito, 14 l/seg, coincidiendo con el caudal punta.

El caudal de vertido de un orificio se calcula mediante la fórmula:

$$Q = ns(2gh)^{1/2}$$

Q- caudal en m<sup>3</sup>/s

n- coeficiente de desagüe 0,60

s- sección en m<sup>2</sup>

h- sobreelevación

Admitiendo una sobreelevación máxima de 10 cm la sección será:

$$S = \frac{0,014}{0,6 \times (2 \times 10 \times 0,10)^{\frac{1}{2}}} = 0,016 \text{ m}^2$$

Por lo que se dispondrá un aliviadero, en cada uno de los senos, de 140 mm de sección, a 4,60 m de la solera del depósito.

Para el desagüe de fondo a instalar en cada seno, se pueden realizar un cálculo análogo al anterior, en este caso con un h = 4,50 m obteniendo un diámetro para estas tuberías de 56 mm. No obstante se proyectan desagües de 110 mm de diámetro para evitar que puedan obstruirse.

Los desagües se conectarán a los aliviaderos y todos ellos a la red de alcantarillado del sector.

#### 6.4.-Estructura.

Se ha proyectado una estructura de hormigón armado, lo que permite tener una mayor altura de lámina de agua interior con un espesor en las paredes más reducido que en el caso de los depósitos de hormigón en masa. La altura del muro proyectada es de 5,00 metros considerando así un resguardo de 0,50 metros.

Ya que cada seno tiene un ancho de 7 metros, se proyecta la ejecución de la cubierta mediante un forjado biapoyado entre el muro central y los muros laterales. Este forjado estará realizado mediante una placa alveolar prefabricada de 20 cm de canto, lo que evita la necesidad de realizar pórticos intermedios para apoyar la cubierta.

La anchura del muro debe permitir la completa estanqueidad del depósito, para lo cual se proyecta un espesor de paredes de 0,40 m, que impide tanto las fugas como la posible entrada de agua del exterior por las fisuras que pudieran aparecer. El muro, con una altura de 5,00 metros, estará empotrado en una zapata continua de sección rectangular de 3,70 m y 70 cm de espesor. Sobre este muro estará apoyado el forjado, que supone un apoyo puntual fijo a la estructura del muro.

A continuación se van a detallar los cálculos estructurales del depósito, conviene mencionar que todos los cálculos están hechos por metro lineal de muro o zapata.

Las acciones a considerar sobre los muros de la estructura son:

- Peso del forjado: El peso del forjado con las juntas llenas es de  $300 \text{ Kg/m}^2$  a esto es necesario añadir el peso del hormigón de compresión y de la cama de gravilla de protección de la impermeabilización de la cubierta que son  $100 \text{ kg/m}^2$  más. Además del peso propio del forjado hay que añadir una sobrecarga de nieve de  $100 \text{ kg/m}^2$ , que sumada al peso propio produce una carga de  $500 \text{ kg/m}^2$  que equivale a  $1,750 \text{ T}$  ( $7\text{m}/2 * 500\text{kg/m}^2$ ).
- Empuje del agua: El esfuerzo producido por el empuje del agua, en el caso más desfavorable, si los aliviaderos no funcionan y la lámina de agua llega a una altura de 4,75m, será de una fuerza horizontal de 11,28 T.
- Presión que ejerce el agua del depósito sobre la zapata interior del muro, igual a 4,75 m de altura sobre la anchura de la zapata de 2,5 m, con una resultante de 11,87T.
- Empuje activo del material de relleno del trasdós del muro: el material de relleno del trasdós será el procedente del vaciado del propio depósito, pero se instalará un dren perimetral que eliminará las presiones del nivel freático, reduciendo al tiempo los empujes producidos por el terreno. Por otro lado, este empuje contrarresta el del



agua del interior, por lo que no se considerará en los cálculos de estabilidad posteriores, permaneciendo en todo caso del lado de la seguridad.

- Peso propio del muro y la zapata: El peso propio del muro, con una densidad del hormigón de  $2,5T/m^3$ , es de 5 T, y el de la zapata en muros perimetrales de 6,48 T y 8,05T en el muro central.

A partir de estos datos considerados se realizan los siguientes cálculos y comprobaciones:

- Comprobación de estabilidad:

Para comprobar la estabilidad de estos muros se consideran como una viga de anchura 1,00m empotrada en la zapata y apoyada en coronación. Se analizan los muros perimetrales y el muro central por separado, ya que en el caso de que solo permanezca lleno uno de los senos del depósito el muro funcionará como si fuese perimetral.

- Comprobación al vuelco: Se comprobará la estabilidad al vuelco del muro con respecto al vértice A, el más externo de la zapata, tal y como se indica en la figura 2.

Empuje del agua sobre el muro (E): 11,28 T.

Empuje del agua sobre la zapata (Ez): 11,87T.

Peso del muro y el forjado (PM): 6,4T.

Peso de la zapata en muros perimetrales (PZ): 6,48T.

Peso de la zapata en muro central (PZ): 8,05 T.

Peso del agua en muros perimetrales (sobre zapata) (PA):  $2,5 \times 4,75 \times 1,00 = 11,87T$ .

Peso del agua en muro central (sobre zapata) (PA):  $2,1 \times 4,75 \times 1,00 = 9,98T$

- Muros perimetrales:

El momento de vuelco ( $M_v$ ) es el producido por la componente horizontal del empuje activo.

$$M_v = E \times h_e = 11,28 T \times 2,28 m = 25,72 T.m$$

Donde  $h_e$  es la altura donde se aplica la resultante de la fuerza de empuje.

El momento estabilizador viene dado por la suma de las resultantes de las fuerzas verticales (en este caso la suma de los pesos) multiplicado por la distancia desde la aplicación de la resultante hasta el punto A indicado en la figura 2.

$$M_e = \sum P \times d$$

$$M_e = (6,4 * 1) + (6,48 * 1,85) + (11,87 * 2,45) = 47,47 \text{ T.m}$$

El coeficiente de seguridad al vuelco  $C_{sv}$  será:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = 1,84$$

Dado que el coeficiente es mayor que 1,5 el resultado es VÁLIDO.

- Muro central:

$$M_v = E \times h_e = 11,28 \text{ T} \times 2,28 \text{ m} = 25,72 \text{ T.m}$$

$$M_e = (6,4 + 8,05) * 2,3 + (9,98 * 3,35) = 66,65 \text{ T.m}$$

El coeficiente de seguridad al vuelco  $C_{sv}$  será:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = 2,59$$

Dado que el coeficiente es mayor que 1,5 el resultado es VÁLIDO.

- Comprobación de deslizamiento:

- muro perimetral:

$$\text{Fuerza desestabilizadora} = E = 11,28 \text{ T.}$$

Fuerza estabilizadora =  $\sum \text{Pesos} * \tan(\varphi)$  donde  $\varphi$  es el ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno que para el suelo de gravas con arena compactada corresponde a 35°.

$$\text{Fuerza estabilizadora} = 24,75 * \tan(35) = 17,33 \text{ T}$$

El coeficiente de seguridad al deslizamiento  $\gamma$  será:

$$\gamma = \frac{17,33}{11,28} = 1,54$$

Dado que el coeficiente es mayor que 1,5 el resultado es VÁLIDO.

Para aumentar la seguridad al deslizamiento no se ha considerado el efecto favorable del empotramiento de la zapata en el terreno, además se ha optado por unir la solera del depósito con la zapata, con lo que su movimiento queda totalmente impedido.

- muro central:

Fuerza desestabilizadora =  $E = 11,28 \text{ T}$ .

Fuerza estabilizadora =  $24,42 * \tan(35) = 17,10 \text{ T}$

$$\gamma = \frac{17,10}{11,28} = 1,52$$

Dado que el coeficiente es mayor que 1,5 el resultado es VÁLIDO.

- Esquema de estabilidad del muro:

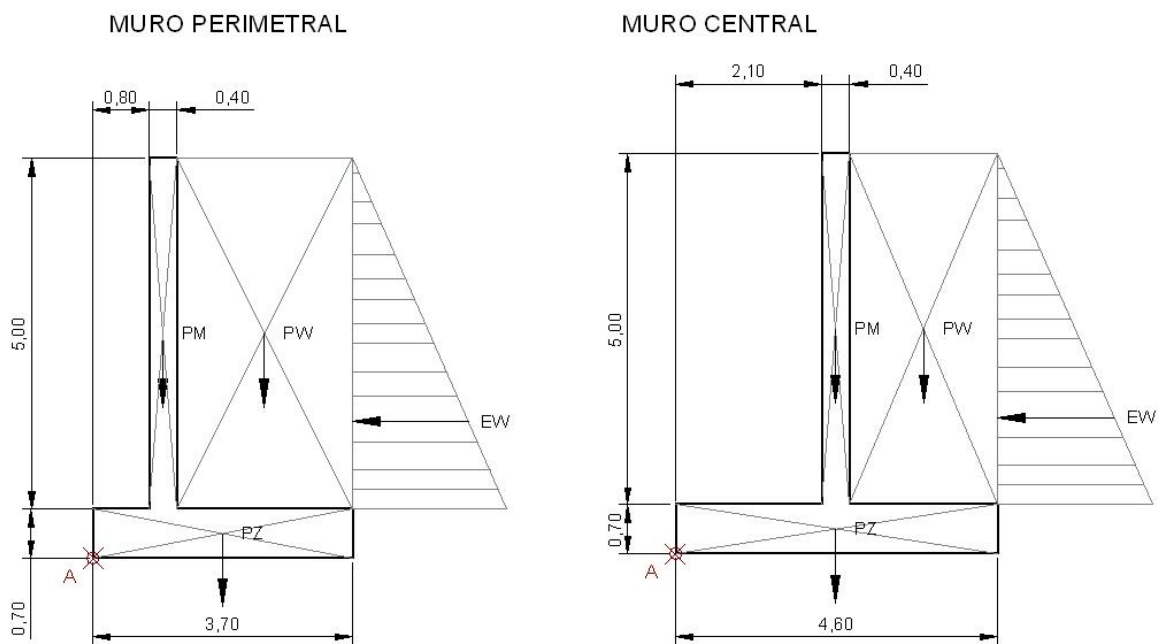


Figura 2: Esquema de estabilidad del muro del depósito de agua.

- Cálculo de reacciones en el muro y la zapata:

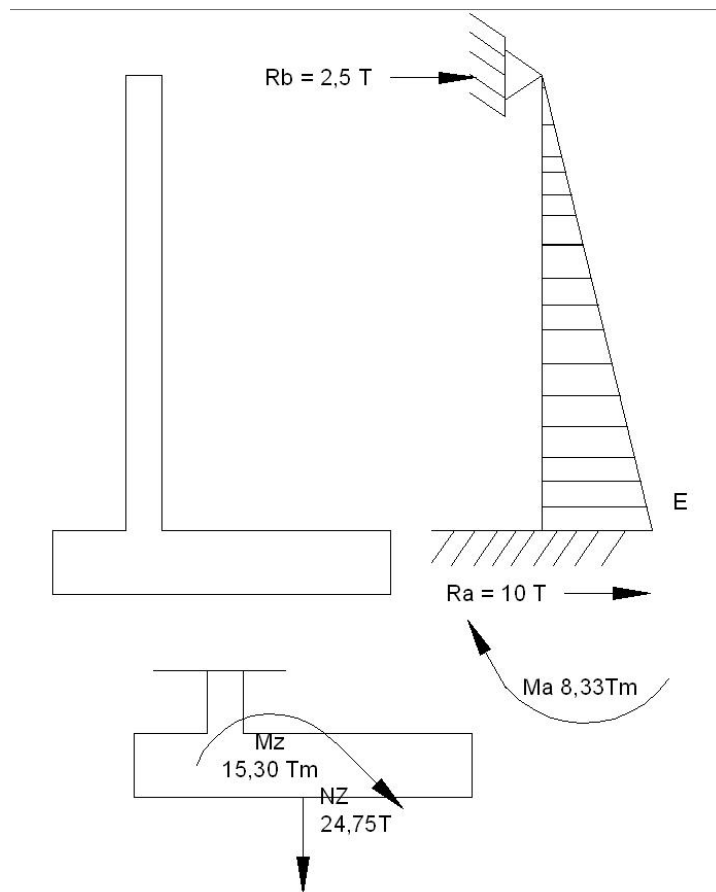


Figura 3: Grafico de fuerzas y momentos.

Para el cálculo de las reacciones, el muro se considera como una viga de anchura 1,00m empotrada en la zapata y apoyada en coronación con una carga triangular para la fuerza que ejerce el agua.

Mediante esta suposición se calcula el momento y la reacción en el empotramiento  $M_a = ((\rho \cdot g \cdot h) \cdot h^2) / 15 = 8,33 \text{ T.m}$

$$R_a = (2/5) \cdot (\rho \cdot g \cdot h) \cdot h = 10 \text{ T}$$

Y la reacción en el apoyo por tanto mediante  $\sum F = 0$  es 2,5T.

Para el cálculo del momento en la zapata en contacto con el terreno, simplemente hay que desplazar la fuerza  $R_a$  hasta la zapata y sumar el momento producido por esa reacción en dicho punto, obteniendo  $M_z = 8,33 \text{ T.m} + (10 \cdot 0,7) = 15,30 \text{ T.m}$ .

- Tensión máxima sobre el terreno.

Aplicando las máximas tensiones verticales sobre el muro, incluyendo el peso y la sobrecarga del forjado, así como los momentos que producen el empuje del agua, se obtendrá un reparto de tensiones en el terreno:

$$\sigma = N / A \pm M \times d / I = 25,1 / 3,70 \pm 15,30 \times 1,90 / 4,57 = 6,78 \pm 6,35 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máx.}} = 13,14 \text{ T/m}^2 = 131,14 \text{ kN/m}^2.$$

$$\sigma_{\text{mín}} = 0,43 \text{ T/m}^2 = 4,3 \text{ kN/m}^2.$$

Ambas tensiones son de compresión y la máxima es inferior a 200 kN/m<sup>2</sup>, que corresponde a la presión admisible en zapatas de un ancho de 4 m para terrenos arenosos con una compactación media. Por lo que el cálculo es válido y el terreno soportará el peso del depósito.

- Dimensionamiento de la armadura.

Nomenclatura y formulas utilizadas para el cálculo de la armadura:

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$M_{s2} = M \cdot 1,6$$

$$\mu = \frac{M_{s2}}{f_{cd} \cdot (\text{long}=1000\text{mm}) \cdot d^2}$$

$$\omega = \mu \cdot (1 + \mu)$$

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} = \omega \cdot f_{cd} \cdot (\text{long}=1000\text{mm}) \cdot d$$

Siendo;

- $\mu$ : Momento flector reducido o relativo
- $M_{s2}$ : Momento flector mayorado en la sección de referencia.
- $f_{cd}$ : resistencia de calculo del hormigón a compresión
- $b$ : dimensión del lado perpendicular al que estamos determinando la armadura (longitud unitaria del muro = 1000 mm.)
- $\omega$ : cuantía mecánica.
- $A_s$ : Armadura estricta
- $d$ : canto útil de la sección
- $U_s$ : capacidad mecánica en toneladas

- $\gamma_c$ : coeficiente de seguridad o minoración de la resistencia del hormigón.

El dimensionamiento de la armadura se va a realizar con los siguientes materiales:

- Hormigón HA-25:
  - Resistencia característica a los 28 días :  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
  - Coeficiente de minoración:  $\gamma_c=1,5$
- Acero B-500-S:
  - Límite elástico =  $500 \text{ N/mm}^2$
  - Resistencia de calculo de acero:  $f_{cy}= 434,78 \text{ N/mm}^2$
- o Cálculo de acero en el muro:

Para el calculo del  $A_s$  mínimo en el muro, es necesario aplicar la siguiente formula:  $A_{smin} = \rho_{min} * b * 1000\text{mm}$  donde  $\rho_{min}$  se obtiene de la tabla 42.3.5 de EHE que para este caso es 0,0009 obteniendo así un  $A_{smin}= 315 \text{ mm}^2$

- Armado vertical:
  - Zona a tracción:

$$U_s = 402,58 \text{ KN} ; A_s = 925,94 \text{ mm}^2 > 315 \text{ mm}^2$$

Obtenido estos datos y según las tablas de la norma, necesitando  $\varnothing 16\text{mm}$  cada 20 cm.

- Zona a compresión:

Según la norma la capacidad mecánica a compresión es el 30% de la capacidad a tracción, obteniendo un  $U_s = 120,6 \text{ kN}$  por lo que se usarían  $\varnothing 8\text{mm}$  cada 16,5 cm.

- Armado horizontal:

El armado horizontal es posible calcularlo en base al vertical con la relación de la tabla 42.3.5 de EHE-08:

$$A_{sminh} = (\rho_{min}/2) * l_{on} * b$$

Obteniendo un  $A_{sh} = 560 \text{ mm}^2$  que equivalen a barras  $\varnothing 12$  cada 20 cm, tanto para tracción como compresión.

- Armado en la cabeza del muro (zona de tracción en forjado):

Obteniendo un  $A_s = 204,24 \text{ mm}^2$

Esta tracción será absorbida por una armadura de arriostramiento en la coronación del muro formada por una armadura de  $\varnothing 8$  cada 20 cm.

- Calculo de acero en zapata:

- Armado longitudinal:

$U_s = 426,81 \text{ kN}$  ;  $A_s = 981,67 \text{ mm}^2$

Lo que equivale a  $\varnothing 16$  cada 20 cm.

- Armado horizontal:

$U_s = 128,043 \text{ kN}$  ;  $A_s = 294,5 \text{ mm}^2$  que son  $\varnothing 8$  cada 16,6 cm.

## 7. PLANOS.

- RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- DETALLES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- DEPOSITO.

## 8. CALCULOS DE LA RED.

### 1. Descripción de la red hidráulica

- Título: SANTA CRUZ DE MUDELA- ABASTECIMIENTO

- Viscosidad del fluido:  $1.15000000 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s

- Nº de Reynolds de transición: 2500.0

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

### 2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1 PN10 TUBO PVC - Rugosidad: 0.00250 mm

Descripción	Diámetros mm
DN63	57.0
DN110	99.4
DN140	126.6

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

### 3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

### 4. Formulación

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$f = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left( \frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$



donde:

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s
- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v es la velocidad del fluido en m/s
- $\nu$  es la viscosidad cinemática del fluido en m<sup>2</sup>/s
- $f_l$  es el factor de fricción en régimen laminar ( $Re < 2500.0$ )
- $f_t$  es el factor de fricción en régimen turbulento ( $Re \geq 2500.0$ )
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando  $f_l$  o  $f_t$  según sea necesario para calcular la caída de presión.

Se utiliza como umbral de turbulencia un n° de Reynolds igual a 2500.0.

### 5. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Potable	Hipótesis Riego	Hipótesis Hidrantes
Con fuego	1.00	0.20	0.20
Sin fuego	1.00	0.20	0.00

### 6. Resultados

#### 6.1 Listado de nudos

Combinación: Con fuego

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
N1	707.14	---	744.37	37.23	
N2	707.14	---	745.99	38.85	
N3	707.15	---	745.06	37.91	
N4	706.23	---	740.05	33.82	
N5	706.55	---	740.27	33.72	
N6	706.55	---	740.37	33.82	
N7	706.23	---	740.05	33.82	
N8	706.20	---	740.25	34.05	
N9	706.20	---	740.16	33.96	
N10	709.30	---	739.83	30.53	
N11	709.30	---	739.83	30.53	
N12	706.74	---	742.45	35.71	
NC1	707.14	0.18	743.45	36.31	
NC2	707.14	0.18	742.65	35.51	
NC3	707.14	0.18	741.88	34.74	
NC4	707.14	0.17	741.13	33.99	
NC5	707.14	0.17	740.15	33.01	
NC6	707.14	0.17	740.06	32.92	
NC7	707.15	0.17	739.97	32.82	

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC8	707.15	0.17	739.90	32.75	
NC9	707.15	0.17	739.85	32.70	
NC10	707.15	0.17	739.84	32.69	
NC11	707.15	0.17	739.84	32.69	
NC12	707.15	0.17	739.83	32.68	
NC13	707.29	0.26	739.83	32.54	
NC14	709.29	0.17	739.82	30.53	Pres. min.
NC15	709.28	0.17	739.82	30.54	
NC16	709.27	0.17	739.82	30.55	
NC17	709.27	0.17	739.82	30.55	
NC18	708.95	0.17	739.85	30.90	
NC19	707.95	0.17	739.90	31.95	
NC20	707.25	0.17	739.95	32.70	
NC21	706.45	0.17	740.00	33.55	
NC22	706.75	0.17	740.00	33.25	
NC23	708.25	0.17	739.95	31.70	
NC24	709.27	0.17	739.91	30.64	
NC25	709.28	0.17	739.88	30.60	
NC26	709.29	0.16	739.85	30.56	
NC27	708.13	0.16	739.81	31.68	
NC28	707.68	0.17	739.83	32.15	
NC29	707.30	0.17	739.87	32.57	
NC30	706.95	0.17	739.91	32.96	
NC31	706.50	0.17	739.99	33.49	
NC32	706.69	0.15	740.30	33.61	
NC33	706.66	0.13	740.27	33.61	
NC34	706.61	0.15	740.23	33.62	
NC35	706.58	0.78	740.24	33.66	
NC36	707.11	0.10	744.86	37.75	Pres. máx.
NC37	707.15	0.54	744.71	37.56	
NC38	706.42	0.54	743.74	37.32	
NC39	706.20	1.25	743.20	37.00	
NC40	706.80	0.21	742.98	36.18	
NC41	707.11	0.19	742.87	35.76	
NC42	707.44	0.19	742.77	35.33	
NC43	707.76	0.27	742.68	34.92	
NC44	708.20	0.14	742.56	34.36	
NC45	708.53	0.18	742.48	33.95	
NC46	708.75	0.16	742.44	33.69	
NC47	708.85	0.16	742.42	33.57	
NC48	708.42	0.16	742.42	34.00	
NC49	707.75	0.00	742.42	34.67	
NC50	707.36	0.17	742.42	35.06	
NC51	706.83	0.17	742.42	35.59	
NC52	706.50	0.17	742.45	35.95	
NC53	706.04	0.17	742.44	36.40	
NC54	707.15	0.09	742.48	35.33	
NC55	707.15	0.19	742.53	35.38	
NC56	707.15	0.19	742.59	35.44	

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC57	707.15	0.19	742.69	35.54	
NC58	707.15	0.20	742.79	35.64	
NC59	707.15	0.20	742.91	35.76	
NC60	707.14	0.19	743.03	35.89	
NC61	707.14	0.18	743.16	36.02	
NC62	707.14	0.18	743.31	36.17	
NC63	707.14	0.17	743.56	36.42	
NC64	707.14	0.00	743.73	36.59	
NC65	707.14	0.17	743.89	36.75	
NC66	707.14	0.20	744.07	36.93	
NC67	707.14	2.20	740.78	33.64	
NC68	707.15	2.20	739.86	32.71	
NC69	707.14	2.20	744.61	37.47	
NC70	706.75	2.20	742.42	35.67	
NC71	708.85	2.20	742.42	33.57	
NC72	707.95	2.20	739.81	31.86	
NC73	706.63	2.20	739.96	33.33	
NC74	706.55	2.20	741.80	35.25	
NC75	706.61	2.20	740.23	33.62	
NC76	709.27	2.20	739.82	30.55	
SG1	707.14	-35.50	747.14	40.00	

Combinación: Sin fuego

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
N1	707.14	---	746.60	39.46	
N2	707.14	---	746.92	39.78	
N3	707.15	---	746.71	39.56	
N4	706.23	---	745.88	39.65	
N5	706.55	---	745.92	39.37	
N6	706.55	---	745.94	39.39	
N7	706.23	---	745.88	39.65	
N8	706.20	---	745.93	39.73	
N9	706.20	---	745.91	39.71	
N10	709.30	---	745.84	36.54	
N11	709.30	---	745.84	36.54	
N12	706.74	---	745.86	39.12	
NC1	707.14	0.18	746.44	39.30	
NC2	707.14	0.18	746.31	39.17	
NC3	707.14	0.18	746.18	39.04	
NC4	707.14	0.17	746.07	38.93	
NC5	707.14	0.17	745.90	38.76	
NC6	707.14	0.17	745.88	38.74	
NC7	707.15	0.17	745.87	38.72	
NC8	707.15	0.17	745.86	38.71	
NC9	707.15	0.17	745.85	38.70	
NC10	707.15	0.17	745.84	38.69	
NC11	707.15	0.17	745.84	38.69	
NC12	707.15	0.17	745.84	38.69	

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC13	707.29	0.26	745.84	38.55	Pres. min.
NC14	709.29	0.17	745.84	36.55	
NC15	709.28	0.17	745.84	36.56	
NC16	709.27	0.17	745.84	36.57	
NC17	709.27	0.17	745.84	36.57	
NC18	708.95	0.17	745.84	36.89	
NC19	707.95	0.17	745.85	37.90	
NC20	707.25	0.17	745.86	38.61	
NC21	706.45	0.17	745.87	39.42	
NC22	706.75	0.17	745.87	39.12	
NC23	708.25	0.17	745.86	37.61	
NC24	709.27	0.17	745.85	36.58	
NC25	709.28	0.17	745.84	36.56	
NC26	709.29	0.16	745.84	36.55	
NC27	708.13	0.16	745.84	37.71	
NC28	707.68	0.17	745.85	38.17	
NC29	707.30	0.17	745.86	38.56	
NC30	706.95	0.17	745.87	38.92	
NC31	706.50	0.17	745.89	39.39	
NC32	706.69	0.15	745.93	39.24	
NC33	706.66	0.13	745.93	39.27	
NC34	706.61	0.15	745.93	39.32	
NC35	706.58	0.78	745.93	39.35	
NC36	707.11	0.10	746.62	39.51	
NC37	707.15	0.54	746.55	39.40	
NC38	706.42	0.54	746.15	39.73	
NC39	706.20	1.25	745.96	39.76	
NC40	706.80	0.21	745.92	39.12	
NC41	707.11	0.19	745.90	38.79	
NC42	707.44	0.19	745.88	38.44	
NC43	707.76	0.27	745.87	38.11	
NC44	708.20	0.14	745.86	37.66	
NC45	708.53	0.18	745.86	37.33	
NC46	708.75	0.16	745.85	37.10	
NC47	708.85	0.16	745.85	37.00	
NC48	708.42	0.16	745.85	37.43	
NC49	707.75	0.00	745.86	38.11	
NC50	707.36	0.17	745.86	38.50	
NC51	706.83	0.17	745.86	39.03	
NC52	706.50	0.17	745.86	39.36	
NC53	706.04	0.17	745.85	39.81	
NC54	707.15	0.09	745.87	38.72	
NC55	707.15	0.19	745.88	38.73	
NC56	707.15	0.19	745.90	38.75	
NC57	707.15	0.19	745.92	38.77	
NC58	707.15	0.20	745.95	38.80	
NC59	707.15	0.20	745.99	38.84	
NC60	707.14	0.19	746.03	38.89	
NC61	707.14	0.18	746.08	38.94	

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC62	707.14	0.18	746.14	39.00	
NC63	707.14	0.17	746.24	39.10	
NC64	707.14	0.00	746.31	39.17	
NC65	707.14	0.17	746.38	39.24	
NC66	707.14	0.20	746.46	39.32	
NC67	707.14	0.20	746.02	38.88	
NC68	707.15	0.20	745.85	38.70	
NC69	707.14	0.20	746.66	39.52	
NC70	706.75	0.20	745.86	39.11	
NC71	708.85	0.20	745.85	37.00	
NC72	707.95	0.20	745.84	37.89	
NC73	706.63	0.20	745.89	39.26	
NC74	706.55	0.20	746.25	39.70	
NC75	706.61	0.20	745.93	39.32	
NC76	709.27	0.20	745.84	36.57	
SG1	707.14	-15.50	747.14	40.00	

### 6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

#### Combinación: Con fuego

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N1	NC1	31.00	DN110	11.82	0.93	1.52	
N1	NC69	6.00	DN110	-17.04	-0.24	-2.20	
N1	NT5	13.00	DN110	5.21	0.06	0.67	
N2	N3	10.00	DN110	16.26	0.92	2.10	
N2	NC69	12.00	DN110	19.24	1.37	2.48	
N2	SG1	3.00	DN140	-35.50	-1.15	-2.62	Vel.máx.
N3	NC74	168.00	DN110	10.16	3.26	1.31	
N3	NT3	15.00	DN110	6.11	0.09	0.79	
N4	N5	124.00	DN110	-2.75	-0.22	-0.35	
N4	N7	14.00	DN110	-0.22	-0.00	-0.03	Vel.< 0.3 m/s
N4	NC21	20.00	DN110	2.97	0.05	0.38	
N5	N6	13.00	DN110	-6.71	-0.10	-0.66	
N5	NC5	20.01	DN110	3.96	0.12	0.51	
N6	NC32	52.00	DN110	2.21	0.06	0.28	Vel.< 0.3 m/s
N6	NC67	20.01	DN110	-8.91	-0.41	-1.15	
N7	N9	71.00	DN110	-2.32	-0.10	-0.30	Vel.< 0.3 m/s
N7	NC22	33.00	DN110	2.10	0.05	0.27	Vel.< 0.3 m/s
N8	N9	13.00	DN110	6.75	0.10	0.87	
N8	NC35	37.00	DN110	1.20	0.02	0.16	Vel.< 0.3 m/s
N8	NC74	141.00	DN110	-7.96	-1.55	-1.03	
N9	NC31	34.00	DN110	4.43	0.16	0.57	
N10	N11	14.00	DN110	0.45	0.00	0.06	Vel.< 0.3 m/s
N10	NC26	29.00	DN110	-1.26	-0.02	-0.16	Vel.< 0.3 m/s
N10	NC27	96.00	DN110	0.81	0.02	0.10	Vel.< 0.3 m/s
N11	NC13	67.03	DN110	-0.14	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
N11	NC14	41.00	DN110	0.59	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N12	NC52	10.00	DN63	0.34	0.01	0.13	Vel.< 0.3 m/s
N12	NC54	15.11	DN110	-3.06	-0.03	-0.39	
N12	NC70	14.00	DN110	2.72	0.04	0.35	
NC1	NC2	40.00	DN110	11.64	0.79	1.50	
NC2	NC3	40.00	DN110	11.46	0.77	1.48	
NC3	NC4	40.00	DN110	11.28	0.75	1.45	
NC4	NC67	19.00	DN110	11.11	0.35	1.43	
NC5	NC6	34.00	DN110	3.79	0.09	0.49	
NC6	NC7	34.00	DN110	3.62	0.08	0.47	
NC7	NC8	34.00	DN110	3.45	0.08	0.44	
NC8	NC68	20.00	DN110	3.28	0.04	0.42	
NC9	NC10	34.00	DN110	0.91	0.01	0.12	Vel.< 0.3 m/s
NC9	NC68	14.00	DN110	-1.08	-0.00	-0.14	Vel.< 0.3 m/s
NC10	NC11	34.00	DN110	0.74	0.01	0.10	Vel.< 0.3 m/s
NC11	NC12	34.00	DN110	0.57	0.00	0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC12	NC13	100.00	DN110	0.40	0.01	0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC14	NC15	35.00	DN110	0.42	0.00	0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC15	NC16	35.00	DN110	0.25	0.00	0.03	Vel.< 0.3 m/s
NC16	NC17	35.00	DN110	0.08	0.00	0.01	Vel.< 0.3 m/s
NC17	NC76	5.20	DN110	-0.09	-0.00	-0.01	Vel.< 0.3 m/s
NC18	NC19	35.01	DN110	-2.46	-0.04	-0.32	
NC18	NC76	29.80	DN110	2.29	0.03	0.29	Vel.< 0.3 m/s
NC19	NC20	35.01	DN110	-2.63	-0.05	-0.34	
NC20	NC21	35.01	DN110	-2.80	-0.05	-0.36	
NC22	NC23	61.02	DN110	1.93	0.05	0.25	Vel.< 0.3 m/s
NC23	NC24	61.01	DN110	1.76	0.04	0.23	Vel.< 0.3 m/s
NC24	NC25	61.00	DN110	1.59	0.04	0.21	Vel.< 0.3 m/s
NC25	NC26	61.00	DN110	1.42	0.03	0.18	Vel.< 0.3 m/s
NC27	NC72	28.00	DN110	0.65	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
NC28	NC29	60.00	DN110	-1.72	-0.04	-0.22	Vel.< 0.3 m/s
NC28	NC72	32.00	DN110	1.55	0.02	0.20	Vel.< 0.3 m/s
NC29	NC30	60.00	DN110	-1.89	-0.05	-0.24	Vel.< 0.3 m/s
NC30	NC73	48.00	DN110	-2.06	-0.04	-0.27	Vel.< 0.3 m/s
NC31	NC73	12.00	DN110	4.26	0.04	0.55	
NC32	NC33	40.00	DN110	2.06	0.04	0.26	Vel.< 0.3 m/s
NC33	NC75	32.00	DN110	1.93	0.03	0.25	Vel.< 0.3 m/s
NC34	NC35	40.00	DN110	-0.42	-0.00	-0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC34	NC75	8.00	DN110	0.27	0.00	0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC36	NC37	25.00	DN110	6.01	0.15	0.77	
NC36	NT3	5.00	DN110	-6.11	-0.11	-0.79	
NC37	NC38	189.00	DN110	5.47	0.97	0.70	
NC38	NC39	115.00	DN110	4.93	0.54	0.63	
NC39	NC40	75.00	DN110	3.68	0.22	0.47	
NC40	NC41	50.00	DN110	3.47	0.11	0.45	
NC41	NC42	50.00	DN110	3.28	0.10	0.42	
NC42	NC43	50.00	DN110	3.09	0.09	0.40	
NC43	NC44	72.00	DN110	2.82	0.11	0.36	
NC44	NC45	55.00	DN110	2.68	0.08	0.34	
NC45	NC46	30.00	DN110	2.50	0.04	0.32	

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
NC46	NC71	26.00	DN110	2.34	0.03	0.30	
NC47	NC48	30.00	DN110	0.00	-0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
NC47	NC71	3.00	DN110	-0.14	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC48	NC49	30.01	DN110	-0.18	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC49	NC50	30.00	DN110	-0.18	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC50	NC51	30.00	DN110	-0.35	-0.00	-0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC51	NC70	6.00	DN110	-0.52	-0.00	-0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC52	NC53	30.00	DN83	0.17	0.01	0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC54	NC55	23.90	DN110	-3.15	-0.05	-0.41	
NC55	NC56	31.00	DN110	-3.34	-0.07	-0.43	
NC56	NC57	40.00	DN110	-3.53	-0.09	-0.46	
NC57	NC58	40.00	DN110	-3.72	-0.10	-0.48	
NC58	NC59	40.00	DN110	-3.92	-0.11	-0.51	
NC59	NC60	40.00	DN110	-4.12	-0.12	-0.53	
NC60	NC61	40.00	DN110	-4.31	-0.13	-0.56	
NC61	NC62	40.00	DN110	-4.49	-0.14	-0.58	
NC62	NC63	54.00	DN110	-4.67	-0.26	-0.60	
NC63	NC64	40.00	DN110	-4.84	-0.16	-0.62	
NC64	NC65	40.00	DN110	-4.84	-0.16	-0.62	
NC65	NC66	40.00	DN110	-5.01	-0.18	-0.65	
NC66	NT5	40.00	DN110	-5.21	-0.25	-0.67	

Combinación: Sin fuego

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N1	NC1	31.00	DN110	4.49	0.15	0.58	
N1	NC69	6.00	DN110	-7.86	-0.06	-1.01	
N1	NT5	13.00	DN110	3.37	0.03	0.43	
N2	N3	10.00	DN110	7.44	0.21	0.96	
N2	NC69	12.00	DN110	8.06	0.26	1.04	
N2	SG1	3.00	DN140	-15.50	-0.22	-1.23	Vel.máx.
N3	NC74	168.00	DN110	3.49	0.46	0.45	
N3	NT3	15.00	DN110	3.95	0.04	0.51	
N4	N5	124.00	DN110	-1.11	-0.04	-0.14	Vel.< 0.3 m/s
N4	N7	14.00	DN110	-0.19	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
N4	NC21	20.00	DN110	1.30	0.01	0.17	Vel.< 0.3 m/s
N5	N6	13.00	DN110	-2.79	-0.02	-0.36	
N5	NC5	20.01	DN110	1.68	0.02	0.22	Vel.< 0.3 m/s
N6	NC32	52.00	DN110	0.79	0.01	0.10	Vel.< 0.3 m/s
N6	NC67	20.01	DN110	-3.58	-0.08	-0.46	
N7	N9	71.00	DN110	-1.20	-0.03	-0.15	Vel.< 0.3 m/s
N7	NC22	33.00	DN110	1.01	0.01	0.13	Vel.< 0.3 m/s
N8	N9	13.00	DN110	2.87	0.02	0.34	
N8	NC35	37.00	DN110	0.62	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
N8	NC74	141.00	DN110	-3.29	-0.32	-0.42	
N9	NC31	34.00	DN110	1.47	0.02	0.19	Vel.< 0.3 m/s
N10	N11	14.00	DN110	0.40	0.00	0.05	Vel.< 0.3 m/s
N10	NC26	29.00	DN110	-0.17	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
N10	NC27	96.00	DN110	-0.23	-0.00	-0.03	Vel.< 0.3 m/s

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Pérdid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N11	NC13	67.03	DN110	0.14	0.00	0.02	Vel.< 0.3 m/s
N11	NC14	41.00	DN110	0.26	0.00	0.03	Vel.< 0.3 m/s
N12	NC52	10.00	DN63	0.34	0.01	0.13	Vel.< 0.3 m/s
N12	NC54	15.11	DN110	-1.22	-0.01	-0.16	Vel.< 0.3 m/s
N12	NC70	14.00	DN110	0.88	0.00	0.11	Vel.< 0.3 m/s
NC1	NC2	40.00	DN110	4.31	0.13	0.56	
NC2	NC3	40.00	DN110	4.13	0.12	0.53	
NC3	NC4	40.00	DN110	3.95	0.11	0.51	
NC4	NC67	19.00	DN110	3.78	0.05	0.49	
NC5	NC6	34.00	DN110	1.51	0.02	0.19	Vel.< 0.3 m/s
NC6	NC7	34.00	DN110	1.34	0.01	0.17	Vel.< 0.3 m/s
NC7	NC8	34.00	DN110	1.17	0.01	0.15	Vel.< 0.3 m/s
NC8	NC68	20.00	DN110	1.00	0.01	0.13	Vel.< 0.3 m/s
NC9	NC10	34.00	DN110	0.63	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
NC9	NC68	14.00	DN110	-0.80	-0.00	-0.10	Vel.< 0.3 m/s
NC10	NC11	34.00	DN110	0.46	0.00	0.06	Vel.< 0.3 m/s
NC11	NC12	34.00	DN110	0.29	0.00	0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC12	NC13	100.00	DN110	0.12	0.00	0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC14	NC15	35.00	DN110	0.09	0.00	0.01	Vel.< 0.3 m/s
NC15	NC16	35.00	DN110	-0.08	-0.00	-0.01	Vel.< 0.3 m/s
NC16	NC17	35.00	DN110	-0.25	-0.00	-0.03	Vel.< 0.3 m/s
NC17	NC76	5.20	DN110	-0.42	-0.00	-0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC18	NC19	35.01	DN110	-0.79	-0.01	-0.10	Vel.< 0.3 m/s
NC18	NC76	29.80	DN110	0.62	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
NC19	NC20	35.01	DN110	-0.96	-0.01	-0.12	Vel.< 0.3 m/s
NC20	NC21	35.01	DN110	-1.13	-0.01	-0.15	Vel.< 0.3 m/s
NC22	NC23	61.02	DN110	0.84	0.01	0.11	Vel.< 0.3 m/s
NC23	NC24	61.01	DN110	0.67	0.01	0.09	Vel.< 0.3 m/s
NC24	NC25	61.00	DN110	0.50	0.00	0.06	Vel.< 0.3 m/s
NC25	NC26	61.00	DN110	0.33	0.00	0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC27	NC72	28.00	DN110	-0.39	-0.00	-0.05	Vel.< 0.3 m/s
NC28	NC29	60.00	DN110	-0.76	-0.01	-0.10	Vel.< 0.3 m/s
NC28	NC72	32.00	DN110	0.59	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
NC29	NC30	60.00	DN110	-0.93	-0.01	-0.12	Vel.< 0.3 m/s
NC30	NC73	48.00	DN110	-1.10	-0.01	-0.14	Vel.< 0.3 m/s
NC31	NC73	12.00	DN110	1.30	0.00	0.17	Vel.< 0.3 m/s
NC32	NC33	40.00	DN110	0.64	0.00	0.08	Vel.< 0.3 m/s
NC33	NC75	32.00	DN110	0.51	0.00	0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC34	NC35	40.00	DN110	0.16	0.00	0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC34	NC75	8.00	DN110	-0.31	-0.00	-0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC36	NC37	25.00	DN110	3.85	0.07	0.50	
NC36	NT3	5.00	DN110	-3.95	-0.05	-0.51	
NC37	NC38	189.00	DN110	3.31	0.40	0.43	
NC38	NC39	115.00	DN110	2.77	0.19	0.36	
NC39	NC40	75.00	DN110	1.52	0.04	0.20	Vel.< 0.3 m/s
NC40	NC41	50.00	DN110	1.31	0.02	0.17	Vel.< 0.3 m/s
NC41	NC42	50.00	DN110	1.12	0.02	0.14	Vel.< 0.3 m/s
NC42	NC43	50.00	DN110	0.93	0.01	0.12	Vel.< 0.3 m/s
NC43	NC44	72.00	DN110	0.66	0.01	0.09	Vel.< 0.3 m/s



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Pérdid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
NC44	NC45	55.00	DN110	0.52	0.00	0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC45	NC46	30.00	DN110	0.34	0.00	0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC46	NC71	26.00	DN110	0.18	0.00	0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC47	NC48	30.00	DN110	-0.18	-0.00	-0.02	Vel.< 0.3 m/s
NC47	NC71	3.00	DN110	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
NC48	NC49	30.01	DN110	-0.34	-0.00	-0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC49	NC50	30.00	DN110	-0.34	-0.00	-0.04	Vel.< 0.3 m/s
NC50	NC51	30.00	DN110	-0.51	-0.00	-0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC51	NC70	6.00	DN110	-0.68	-0.00	-0.09	Vel.< 0.3 m/s
NC52	NC53	30.00	DN83	0.17	0.01	0.07	Vel.< 0.3 m/s
NC54	NC55	23.90	DN110	-1.31	-0.01	-0.17	Vel.< 0.3 m/s
NC55	NC56	31.00	DN110	-1.50	-0.02	-0.19	Vel.< 0.3 m/s
NC56	NC57	40.00	DN110	-1.69	-0.03	-0.22	Vel.< 0.3 m/s
NC57	NC58	40.00	DN110	-1.88	-0.03	-0.24	Vel.< 0.3 m/s
NC58	NC59	40.00	DN110	-2.08	-0.04	-0.27	Vel.< 0.3 m/s
NC59	NC60	40.00	DN110	-2.28	-0.04	-0.29	Vel.< 0.3 m/s
NC60	NC61	40.00	DN110	-2.47	-0.05	-0.32	
NC61	NC62	40.00	DN110	-2.65	-0.06	-0.34	
NC62	NC63	54.00	DN110	-2.83	-0.10	-0.36	
NC63	NC64	40.00	DN110	-3.00	-0.07	-0.39	
NC64	NC65	40.00	DN110	-3.00	-0.07	-0.39	
NC65	NC66	40.00	DN110	-3.17	-0.08	-0.41	
NC66	NT5	40.00	DN110	-3.37	-0.11	-0.43	

### 6.3 Listado de elementos

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N1 Nudo final: NC1	Distancia al nudo origen 3.100 m (N1)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N2 Nudo final: N3	Distancia al nudo origen 0.891 m (N2)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N2 Nudo final: NC69	Distancia al nudo origen 9.379 m (NC69)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N2 Nudo final: SG1	Distancia al nudo origen 2.398 m (N2)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	126.6 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N3 Nudo final: NC74	Distancia al nudo origen 4.391 m (N3)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

ventosa	Válvula de regulación
Nudo inicial: N3 Nudo final: NC74	Distancia al nudo origen 10.656 m (N3)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

desag.	Válvula de regulación
Nudo inicial: N3 Nudo final: NC74	Distancia al nudo origen 17.893 m (N3)

desag.	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

ventosa	Válvula de regulación
Nudo inicial: N4 Nudo final: N5	Distancia al nudo origen 6.350 m (N5)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

l.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N4 Nudo final: N5	Distancia al nudo origen 119.350 m (N5)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

l.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N4 Nudo final: NC21	Distancia al nudo origen 12.500 m (NC21)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

desag.	Válvula de regulación
Nudo inicial: N5 Nudo final: NC5	Distancia al nudo origen 4.200 m (N5)

desag.	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N5 Nudo final: NC5	Distancia al nudo origen 9.600 m (N5)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N6 Nudo final: NC32	Distancia al nudo origen 45.650 m (NC32)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N6 Nudo final: NC67	Distancia al nudo origen 14.100 m (NC67)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N7 Nudo final: N9	Distancia al nudo origen 5.900 m (N7)

I.paso	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N7 Nudo final: N9	Distancia al nudo origen 65.500 m (N7)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N7 Nudo final: NC22	Distancia al nudo origen 7.500 m (N7)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

desag.	Válvula de regulación
Nudo inicial: N7 Nudo final: NC22	Distancia al nudo origen 12.150 m (N7)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N8 Nudo final: NC35	Distancia al nudo origen 6.400 m (N8)

I.paso	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N8 Nudo final: NC74	Distancia al nudo origen 136.986 m (NC74)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N9 Nudo final: NC31	Distancia al nudo origen 28.900 m (NC31)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

ventosa	Válvula de regulación
Nudo inicial: N10 Nudo final: NC26	Distancia al nudo origen 15.550 m (NC26)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N10 Nudo final: NC26	Distancia al nudo origen 23.150 m (NC26)

I.paso	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N10 Nudo final: NC27	Distancia al nudo origen 7.691 m (N10)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N11 Nudo final: NC13	Distancia al nudo origen 60.550 m (NC13)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N11 Nudo final: NC14	Distancia al nudo origen 6.800 m (N11)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N12 Nudo final: NC52	Distancia al nudo origen 7.000 m (N12)

I.paso	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	57.0 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: N12 Nudo final: NC70	Distancia al nudo origen 7.050 m (N12)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC11 Nudo final: NC12	Distancia al nudo origen 29.350 m (NC11)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC33 Nudo final: NC75	Distancia al nudo origen 5.150 m (NC75)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC38 Nudo final: NT3	Distancia al nudo origen 0.994 m (NT3)



I.paso	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

ventosa	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC38 Nudo final: NC39	Distancia al nudo origen 102.748 m (NC38)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC39 Nudo final: NC40	Distancia al nudo origen 69.750 m (NC40)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

I.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC47 Nudo final: NC48	Distancia al nudo origen 24.250 m (NC48)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

ventosa	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC52 Nudo final: NC53	Distancia al nudo origen 20.350 m (NC52)

ventosa	Válvula de regulación
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	57.0 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

desag.	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC52	Distancia al nudo origen
Nudo final: NC53	25.200 m (NC52)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	57.0 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

l.paso	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC62	Distancia al nudo origen
Nudo final: NC63	28.100 m (NC63)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

desag	Válvula de regulación
Nudo inicial: NC66	Distancia al nudo origen
Nudo final: NT5	2.950 m (NT5)
% de apertura	Relación K/K(abierta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pérdidas para válvula abierta - K	2.50
Diámetro interior de la válvula	99.4 mm
Combinaciones	% de apertura
Con fuego	100.00
Sin fuego	100.00

7. Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos						
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	NC1	31.00	DN110	11.82	0.93	1.52
N1	NC69	6.00	DN110	17.04	0.24	2.20
N1	NT5	13.00	DN110	5.21	0.06	0.67
N2	N3	10.00	DN110	16.26	0.92	2.10
N2	NC69	12.00	DN110	19.24	1.37	2.48
N2	SG1	3.00	DN140	35.50	1.15	2.82
N3	NC74	168.00	DN110	10.16	3.26	1.31
N3	NT3	15.00	DN110	6.11	0.09	0.79
N4	N5	124.00	DN110	2.75	0.22	0.35
N4	N7	14.00	DN110	0.22	0.00	0.03
N4	NC21	20.00	DN110	2.97	0.05	0.38
N5	N6	13.00	DN110	6.71	0.10	0.86
N5	NC5	20.01	DN110	3.96	0.12	0.51
N6	NC32	52.00	DN110	2.21	0.06	0.28
N6	NC67	20.01	DN110	8.91	0.41	1.15
N7	N9	71.00	DN110	2.32	0.10	0.30
N7	NC22	33.00	DN110	2.10	0.05	0.27
N8	N9	13.00	DN110	6.75	0.10	0.87
N8	NC35	37.00	DN110	1.20	0.02	0.16
N8	NC74	141.00	DN110	7.96	1.55	1.03
N9	NC31	34.00	DN110	4.43	0.16	0.57
N10	N11	14.00	DN110	0.45	0.00	0.06
N10	NC26	29.00	DN110	1.26	0.02	0.16
N10	NC27	96.00	DN110	0.81	0.02	0.10
N11	NC13	67.03	DN110	0.14	0.00	0.02
N11	NC14	41.00	DN110	0.59	0.00	0.08
N12	NC52	10.00	DN63	0.34	0.01	0.13
N12	NC54	15.11	DN110	3.06	0.03	0.39
N12	NC70	14.00	DN110	2.72	0.04	0.35
NC1	NC2	40.00	DN110	11.64	0.79	1.50
NC2	NC3	40.00	DN110	11.46	0.77	1.48
NC3	NC4	40.00	DN110	11.28	0.75	1.45
NC4	NC67	19.00	DN110	11.11	0.35	1.43
NC5	NC6	34.00	DN110	3.79	0.09	0.49
NC6	NC7	34.00	DN110	3.62	0.08	0.47
NC7	NC8	34.00	DN110	3.45	0.08	0.44
NC8	NC68	20.00	DN110	3.28	0.04	0.42
NC9	NC10	34.00	DN110	0.91	0.01	0.12
NC9	NC68	14.00	DN110	1.08	0.00	0.14
NC10	NC11	34.00	DN110	0.74	0.01	0.10
NC11	NC12	34.00	DN110	0.57	0.00	0.07
NC12	NC13	100.00	DN110	0.40	0.01	0.05
NC14	NC15	35.00	DN110	0.42	0.00	0.05
NC15	NC16	35.00	DN110	0.25	0.00	0.03

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Pérdid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC16	NC17	35.00	DN110	0.25	0.00	0.03
NC17	NC76	5.20	DN110	0.42	0.00	0.05
NC18	NC19	35.01	DN110	2.46	0.04	0.32
NC18	NC76	29.80	DN110	2.29	0.03	0.29
NC19	NC20	35.01	DN110	2.63	0.05	0.34
NC20	NC21	35.01	DN110	2.80	0.05	0.36
NC22	NC23	61.02	DN110	1.93	0.05	0.25
NC23	NC24	61.01	DN110	1.76	0.04	0.23
NC24	NC25	61.00	DN110	1.59	0.04	0.21
NC25	NC26	61.00	DN110	1.42	0.03	0.18
NC27	NC72	28.00	DN110	0.65	0.00	0.08
NC28	NC29	60.00	DN110	1.72	0.04	0.22
NC28	NC72	32.00	DN110	1.55	0.02	0.20
NC29	NC30	60.00	DN110	1.89	0.05	0.24
NC30	NC73	48.00	DN110	2.06	0.04	0.27
NC31	NC73	12.00	DN110	4.26	0.04	0.55
NC32	NC33	40.00	DN110	2.06	0.04	0.26
NC33	NC75	32.00	DN110	1.93	0.03	0.25
NC34	NC35	40.00	DN110	0.42	0.00	0.05
NC34	NC75	8.00	DN110	0.31	0.00	0.04
NC36	NC37	25.00	DN110	6.01	0.15	0.77
NC36	NT3	5.00	DN110	6.11	0.11	0.79
NC37	NC38	189.00	DN110	5.47	0.97	0.70
NC38	NC39	115.00	DN110	4.93	0.54	0.63
NC39	NC40	75.00	DN110	3.68	0.22	0.47
NC40	NC41	50.00	DN110	3.47	0.11	0.45
NC41	NC42	50.00	DN110	3.26	0.10	0.42
NC42	NC43	50.00	DN110	3.09	0.09	0.40
NC43	NC44	72.00	DN110	2.82	0.11	0.36
NC44	NC45	55.00	DN110	2.68	0.08	0.34
NC45	NC46	30.00	DN110	2.50	0.04	0.32
NC46	NC71	26.00	DN110	2.34	0.03	0.30
NC47	NC48	30.00	DN110	0.18	0.00	0.02
NC47	NC71	3.00	DN110	0.14	0.00	0.02
NC48	NC49	30.01	DN110	0.34	0.00	0.04
NC49	NC50	30.00	DN110	0.34	0.00	0.04
NC50	NC51	30.00	DN110	0.51	0.00	0.07
NC51	NC70	6.00	DN110	0.68	0.00	0.09
NC52	NC53	30.00	DN63	0.17	0.01	0.07
NC54	NC55	23.90	DN110	3.15	0.05	0.41
NC55	NC56	31.00	DN110	3.34	0.07	0.43
NC56	NC57	40.00	DN110	3.53	0.09	0.46
NC57	NC58	40.00	DN110	3.72	0.10	0.48
NC58	NC59	40.00	DN110	3.92	0.11	0.51
NC59	NC60	40.00	DN110	4.12	0.12	0.53
NC60	NC61	40.00	DN110	4.31	0.13	0.56
NC61	NC62	40.00	DN110	4.49	0.14	0.58
NC62	NC63	54.00	DN110	4.67	0.28	0.60
NC63	NC64	40.00	DN110	4.84	0.16	0.62

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC84	NC85	40.00	DN110	4.84	0.16	0.62
NC85	NC86	40.00	DN110	5.01	0.18	0.65
NC86	NT5	40.00	DN110	5.21	0.25	0.67

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	NC1	31.00	DN110	4.49	0.15	0.58
N1	NC89	6.00	DN110	7.86	0.06	1.01
N1	NT5	13.00	DN110	3.37	0.03	0.43
N2	N3	10.00	DN110	7.44	0.21	0.96
N2	NC89	12.00	DN110	8.06	0.26	1.04
N2	SG1	3.00	DN140	15.50	0.22	1.23
N3	NC74	168.00	DN110	3.49	0.46	0.45
N3	NT3	15.00	DN110	3.95	0.04	0.51
N4	N5	124.00	DN110	1.11	0.04	0.14
N4	N7	14.00	DN110	0.19	0.00	0.02
N4	NC21	20.00	DN110	1.30	0.01	0.17
N5	N6	13.00	DN110	2.79	0.02	0.36
N5	NC5	20.01	DN110	1.68	0.02	0.22
N6	NC32	52.00	DN110	0.79	0.01	0.10
N6	NC67	20.01	DN110	3.58	0.08	0.46
N7	N9	71.00	DN110	1.20	0.03	0.15
N7	NC22	33.00	DN110	1.01	0.01	0.13
N8	N9	13.00	DN110	2.67	0.02	0.34
N8	NC35	37.00	DN110	0.62	0.00	0.08
N8	NC74	141.00	DN110	3.29	0.32	0.42
N9	NC31	34.00	DN110	1.47	0.02	0.19
N10	N11	14.00	DN110	0.40	0.00	0.05
N10	NC26	29.00	DN110	0.17	0.00	0.02
N10	NC27	98.00	DN110	0.23	0.00	0.03
N11	NC13	67.03	DN110	0.14	0.00	0.02
N11	NC14	41.00	DN110	0.26	0.00	0.03
N12	NC52	10.00	DN63	0.34	0.01	0.13
N12	NC54	15.11	DN110	1.22	0.01	0.16
N12	NC70	14.00	DN110	0.88	0.00	0.11
NC1	NC2	40.00	DN110	4.31	0.13	0.56
NC2	NC3	40.00	DN110	4.13	0.12	0.53
NC3	NC4	40.00	DN110	3.95	0.11	0.51
NC4	NC67	19.00	DN110	3.78	0.05	0.49
NC5	NC6	34.00	DN110	1.51	0.02	0.19
NC6	NC7	34.00	DN110	1.34	0.01	0.17
NC7	NC8	34.00	DN110	1.17	0.01	0.15
NC8	NC68	20.00	DN110	1.00	0.01	0.13
NC9	NC10	34.00	DN110	0.63	0.00	0.08
NC9	NC68	14.00	DN110	0.80	0.00	0.10
NC10	NC11	34.00	DN110	0.46	0.00	0.06

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC11	NC12	34.00	DN110	0.29	0.00	0.04
NC12	NC13	100.00	DN110	0.12	0.00	0.02
NC14	NC15	35.00	DN110	0.09	0.00	0.01
NC15	NC16	35.00	DN110	0.08	0.00	0.01
NC16	NC17	35.00	DN110	0.08	0.00	0.01
NC17	NC76	5.20	DN110	0.09	0.00	0.01
NC18	NC19	35.01	DN110	0.79	0.01	0.10
NC18	NC76	29.80	DN110	0.62	0.00	0.08
NC19	NC20	35.01	DN110	0.96	0.01	0.12
NC20	NC21	35.01	DN110	1.13	0.01	0.15
NC22	NC23	61.02	DN110	0.84	0.01	0.11
NC23	NC24	61.01	DN110	0.67	0.01	0.09
NC24	NC25	61.00	DN110	0.50	0.00	0.06
NC25	NC26	61.00	DN110	0.33	0.00	0.04
NC27	NC72	28.00	DN110	0.39	0.00	0.05
NC28	NC29	60.00	DN110	0.76	0.01	0.10
NC28	NC72	32.00	DN110	0.59	0.00	0.08
NC29	NC30	60.00	DN110	0.93	0.01	0.12
NC30	NC73	48.00	DN110	1.10	0.01	0.14
NC31	NC73	12.00	DN110	1.30	0.00	0.17
NC32	NC33	40.00	DN110	0.64	0.00	0.08
NC33	NC75	32.00	DN110	0.51	0.00	0.07
NC34	NC35	40.00	DN110	0.16	0.00	0.02
NC34	NC75	8.00	DN110	0.27	0.00	0.04
NC36	NC37	25.00	DN110	3.85	0.07	0.50
NC36	NT3	5.00	DN110	3.95	0.05	0.51
NC37	NC38	189.00	DN110	3.31	0.40	0.43
NC38	NC39	115.00	DN110	2.77	0.19	0.36
NC39	NC40	75.00	DN110	1.52	0.04	0.20
NC40	NC41	50.00	DN110	1.31	0.02	0.17
NC41	NC42	50.00	DN110	1.12	0.02	0.14
NC42	NC43	50.00	DN110	0.93	0.01	0.12
NC43	NC44	72.00	DN110	0.66	0.01	0.09
NC44	NC45	55.00	DN110	0.52	0.00	0.07
NC45	NC46	30.00	DN110	0.34	0.00	0.04
NC46	NC71	26.00	DN110	0.18	0.00	0.02
NC47	NC48	30.00	DN110	0.00	0.00	0.00
NC47	NC71	3.00	DN110	0.00	0.00	0.00
NC48	NC49	30.01	DN110	0.18	0.00	0.02
NC49	NC50	30.00	DN110	0.18	0.00	0.02
NC50	NC51	30.00	DN110	0.35	0.00	0.05
NC51	NC70	6.00	DN110	0.52	0.00	0.07
NC52	NC53	30.00	DN63	0.17	0.01	0.07
NC54	NC55	23.90	DN110	1.31	0.01	0.17
NC55	NC56	31.00	DN110	1.50	0.02	0.19
NC56	NC57	40.00	DN110	1.69	0.03	0.22
NC57	NC58	40.00	DN110	1.88	0.03	0.24
NC58	NC59	40.00	DN110	2.08	0.04	0.27
NC59	NC60	40.00	DN110	2.28	0.04	0.29

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Pérdid. m.c.a.	Velocidad m/s
NC60	NC61	40.00	DN110	2.47	0.05	0.32
NC61	NC62	40.00	DN110	2.65	0.08	0.34
NC62	NC63	54.00	DN110	2.83	0.10	0.36
NC63	NC64	40.00	DN110	3.00	0.07	0.39
NC64	NC65	40.00	DN110	3.00	0.07	0.39
NC65	NC66	40.00	DN110	3.17	0.08	0.41
NC66	NT5	40.00	DN110	3.37	0.11	0.43

#### 8. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

#### 1 PN10 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN63	40.01
DN110	3829.15
DN140	3.00

## **PROYECTO DE RED DE SANEAMIENTO.**

1. OBJETO DEL PROYECTO.
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
3. CONDICIONANTES DEL DISEÑO.
4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES EVACUADOS.
5. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.
6. PLANOS.
7. CÁLCULOS HIDRAULICOS.



## **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red de saneamiento que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

La finalidad de la red en el proyecto es la de garantizar la evacuación de las aguas pluviales y residuales de todas las parcelas y viales existentes en la urbanización que se proyecta.

## **2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones, aprobado por O.M. de 15 de Septiembre de 1986 (B.O.E. 23 de Septiembre de 1986).
- Norma Tecnológica Española sobre Alcantarillado (NTE-ISA, ORDEN de 6 de marzo de 1973, BOE 17 de marzo de 1973, num. 66, pag.5312)
- Norma UNE-EN-752
- Normas UNE sobre materiales, instalación y prueba en obra (UNE-EN 1.610)
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanza Municipales.
- Libros de consulta:
  - Ernest W.Steel (1981). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Gustavo Gili.
  - Aurelio Hernandez Muñoz (2007). *Saneamiento y Alcantarillado: vertidos de aguas residuales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos.
  - Metcalf & Eddy (1995). *Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo*. McGraw-Hill.
  - Chow, V.T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill.

## **3. CONDICIONANTES DEL DISEÑO.**

La red municipal a la que se conecta es separativa por lo que el proyecto se diseña con una red separativa de pluviales y fecales. Las redes municipales de pluviales y fecales son paralelas y pasan por la zona verde proyectada número 4, por lo que en esa zona se realizará el punto de conexión a la red.

Dado que la red municipal de fecales tiene un tratamiento mediante una depuradora, en el presente proyecto no se diseña ningún sistema de limpieza de aguas fecales ya que éstas serán tratadas antes de su vertido.

A partir de estos condicionantes, los criterios utilizados para el diseño de la red son los siguientes:

- El material empleado para tuberías de diámetro igual o inferior a 1000 mm será el PVC corrugado, ya que son tubos ligeros, económicos, resistentes a ataques químicos, con una baja rugosidad y son flexibles. Dado que para diámetros superiores a 1000 mm no existen tubos de PVC corrugado se opta por tubos de hormigón armado en zonas donde sea necesaria una tubería de diámetro superior al citado. Ya que los tubos de diámetro mayor de 1000 mm son utilizados en la red de pluviales, el inconveniente que tienen las tuberías de hormigón por los ataques químicos de las aguas residuales no les afectarán.
- Las juntas de los tubos serán con anillo elástico (junta flexible) debiendo ser de caucho natural o sintético.
- El diámetro mínimo de la red será de 315 mm, de modo que se impidan las obstrucciones de la conducción.
- El trazado de las conducciones se ha adaptado a la red viaria proyectada, puesto que las calles son de mínimo dos carriles de circulación, cada una de las redes estará ubicada en el centro de cada carril.
- Las rasantes se han proyectado siguiendo las siguientes hipótesis: pendiente mínima de la red 0,15% para evitar sedimentaciones, y pendiente máxima aquella que permite no superar velocidades de 5 m/s que pudieran producir erosiones.
- En previsión de posibles cruces con la red de distribución de agua, cuya separación mínima de la red de saneamiento debe ser de 1 m y cumpliendo con las profundidades mínimas que garantizan la protección frente a acciones externas, como el tráfico rodado, se ha adoptado una distancia mínima de profundidad de 1,50 m.

#### **4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES EVACUADOS.**

##### **4.1.-Caudal de aguas pluviales.**

El caudal de aguas pluviales recogido en los sumideros, ubicados en los viales, se calcula por la expresión:

$$Q = C_m * i * A * K / 3600$$

Q = Caudal a evacuar en litros por segundo

C<sub>m</sub> = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia en litros por hora y por m<sup>2</sup> (44 l/h-m<sup>2</sup>)

A = Superficie de la cuenca en m<sup>2</sup>

K = Coeficiente corrector (1,2)

Considerando estos parámetros se procede a estimar el caudal que circulará por cada uno de los tramos de la red de pluviales.

POZO PL.	Q de residuales a red de pluviales (l/s)		Q pluviales (l/s)	Q (l/s)
	Riego de calles	Riego de jardines		
PPL-1	0,010	0,126	16,145	16,281
PPL-2	0,063	0,126	56,540	56,729
PPL-3	0,053	0,178	51,188	51,419
PPL-4	0,026		54,851	54,877
PPL-5	0,026		54,851	54,877
PPL-6	0,026		54,851	54,877
PPL-7	0,026		54,851	54,877
PPL-8	0,051		106,546	106,597
PPL-9	0,028		58,838	58,867
PPL-10	0,028		58,838	58,867
PPL-11	0,028		58,838	58,867
PPL-12	0,028		58,838	58,867
PPL-13	0,028		58,838	58,867
PPL-14	0,028		58,838	58,867
PPL-15	0,044		77,854	77,898
PPL-16	0,044	0,168	30,186	30,397

PPL-17	0,021	0,110	35,134	35,265
PPL-18	0,019	0,110	31,419	31,548
PPL-19	0,032		52,942	52,974
PPL-20	0,032		52,942	52,974
PPL-21	0,032		52,942	52,974
PPL-22	0,032		52,942	52,974
PPL-23	0,029	0,486	47,188	47,702
PPL-24	0,018	0,486	29,757	30,261
PPL-25	0,027	0,486	44,083	44,596
PPL-26	0,044	0,110	78,906	79,060
PPL-27	0,034		56,501	56,535
PPL-28	0,034		56,501	56,535
PPL-29	0,034		56,501	56,535
PPL-30	0,034		56,501	56,535
PPL-31	0,034		56,501	56,535
PPL-32	0,034		56,501	56,535
PPL-52	0,023	0,376	38,226	38,625
PPL-33	0,021	0,376	35,173	35,571
PPL-34	0,031		50,370	50,401
PPL-35	0,048		84,569	84,617
PPL-36	0,037		60,605	60,642
PPL-37	0,037		60,605	60,642
PPL-38	0,022		36,160	36,182
PPL-39	0,011		18,119	18,130
PPL-40	0,009		19,600	19,609
PPL-41	0,019		39,200	39,219
PPL-42	0,029		59,436	59,465
PPL-43	0,029		59,436	59,465
PPL-44	0,058		121,548	121,606
PPL-45	0,028	0,110	57,332	57,469
PPL-46	0,044		91,154	91,198
PPL-47	0,028		58,137	58,165
PPL-48	0,028		58,137	58,165
PPL-49	0,028		58,137	58,165
PPL-50	0,028		58,137	58,165

PPL-51	0,028		58,189	58,217
PPL-53	0,000		0,000	0,000
TOTALES	1,620	3,247	2850,420	2855,286

#### 4.2.-Caudal de aguas residuales.

El caudal de aguas residuales evacuado por las arquetas de las parcelas, se obtiene a razón de

$$Q = S * D * K_p / 86400$$

Siendo:

Q= Caudal instantáneo en litros por segundo

S= Superficie en m<sup>2</sup>

D= Dotacional de agua por m<sup>2</sup> y día (5 l/m<sup>2</sup>- día)

K<sub>p</sub>= Coeficiente punta (2,4)

Para el proyecto en estudio (red separativa) se han estimado los siguientes caudales a evacuar:

Cada sumidero evacua un caudal equivalente al área de influencia que desaloja. Para ello se han ubicado convenientemente distribuidos a lo largo de las calles. En el anexo de cálculos se puede observar el área evacuada por cada imbornal.

Las arquetas desalojarán las aguas negras provenientes de las parcelas, con la dotación especificada en los cálculos.

Considerando estos datos se procede a calcular el caudal punta de la red de fecales:

AGUAS RESIDUALES			
Tipo de parcela	Pozo	m <sup>2</sup> de parcela	Q (l/s)
PI	PS-1	0,000	0,000
PI	PS-2	0,000	0,000
PI	PS-3	0,000	0,000

PI	PS-4	4272,360	0,593
PI	PS-5	4328,540	0,601
PI	PS-6	4306,610	0,598
PI	PS-7	4293,070	0,596
PI	PS-8	0,000	0,000
PI	PS-9	4411,070	0,613
PI	PS-10	5571,210	0,774
PI	PS-11	5624,710	0,781
PI	PS-12	6778,560	0,941
PI	PS-13	4425,240	0,615
PI	PS-14	7190,580	0,999
PI	PS-15	3091,950	0,429
PI	PS-16	0,000	0,000
PI	PS-17	0,000	0,000
DOT	PS-18	4410,410	2,450
DOT	PS-19	4410,410	2,450
DOT	PS-20	4410,410	2,450
DOT	PS-21	4410,410	2,450
DOT	PS-22	4410,410	2,450
PI	PS-23	0,000	0,000
PI	PS-24	0,000	0,000
PI	PS-25	0,000	0,000
PI	PS-26	1904,790	0,265
PI	PS-27	3602,050	0,500
PI	PS-28	4462,560	0,620
PI	PS-29	4504,390	0,626
PI	PS-30	3483,490	0,484
PI	PS-31	5934,760	0,824
PI	PS-32	0,000	0,000
PI	PS-33	2052,170	0,285
PI	PS-34	1962,380	0,273
PI	PS-35	2975,820	0,413
PI	PS-36	3014,520	0,419
PI	PS-37	3052,240	0,424
PI	PS-38	1039,250	0,144

PI	PS-39	2091,500	0,290
PI	PS-40	0,000	0,000
PI	PS-41	2194,050	0,305
PI	PS-42	2888,170	0,401
PI	PS-43	2631,600	0,366
PI	PS-44	1837,300	0,255
DOT	PS-45	622,500	0,346
PI	PS-46	4222,150	0,586
PI	PS-47	5289,410	0,735
PI	PS-48	4242,010	0,589
PI	PS-49	3198,180	0,444
PI	PS-50	5352,470	0,743
PI	PS-51	5730,020	0,796
PI	PS-52	0,000	0,000
PI	PS-53	0,000	0,000
	<b>TOTALES</b>	<b>154633,730</b>	<b>30,925</b>

## **5. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.**

El cálculo de la red se realiza con la ayuda del programa informático denominado Instalaciones de Urbanización de la firma CYPE.

Para el cálculo se han limitado previamente las velocidades máximas y mínimas de circulación para evitar, por un lado, los efectos de degradación de soleras y juntas producida por las velocidades excesivas y, por otro, para garantizar la autolimpieza de la red para que sean arrastradas las materias que se puedan sedimentar en el fondo de las tuberías.

Como velocidad mínima, para el caudal de aguas negras, se adopta el valor de 0,3 m./seg. Para la velocidad máxima, pueden admitirse en continuo valores de hasta 5 m./seg. Con este mismo motivo se ha fijado una pendiente mínima de 0,15% y una pendiente máxima de 15%.

Para no interferir con otras redes y para que no afecte el tráfico rodado a las tuberías, se ha fijado una profundidad mínima de 1,50 m.

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A * Rh^{2/3} * So^{1/2}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{2/3} * So^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s

v es la velocidad del fluido en m/s

A es la sección de la lámina de fluido (m<sup>2</sup>).

Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).

So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).

n es el coeficiente de Manning.

## 6. PLANOS.

- RED GENERAL DE SANEAMIENTO
- PERFILES LONGITUDINALES SANEAMIENTO-PLUVIAL
- PERFILES LONGITUDINALES SANEAMIENTO-RESIDUAL
- DETALLES CONSTRUCTIVOS SANEAMIENTO

## 7. CALCULOS HIDRAULICOS.



## 7.1.- Cálculos hidráulicos de aguas residuales.

### 1. Descripción de la red de saneamiento red de **AGUAS RESIDUALES**

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

### 2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

PVC Corrugado PT - Coeficiente de Manning: 0.01000

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	315.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

### 3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

### 4. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
-------------	-------------------

Fecales	1.00
---------	------

5. Resultados5.1 Listado de nudos

## Combinación: Fecales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	709.15	1.81	0.00	
PS2	707.15	1.81	0.00	
PS3	707.15	1.87	0.00	
PS4	707.15	1.94	0.59	
PS5	707.15	2.00	0.60	
PS6	707.15	2.06	0.60	
PS7	707.15	2.13	0.60	
PS8	707.15	2.60	0.00	
PS9	707.15	2.67	0.61	
PS10	707.15	2.74	0.77	
PS11	707.15	2.81	0.78	
PS12	707.15	2.87	0.94	
PS13	707.15	2.94	0.61	
PS14	707.15	3.01	0.99	
PS15	707.15	3.34	0.43	
PS16	707.15	1.81	0.00	
PS17	707.04	1.81	0.00	
PS18	707.00	2.50	2.45	
PS19	706.87	2.50	2.45	
PS20	706.73	2.50	2.45	
PS21	706.60	2.50	2.45	
PS22	706.50	2.50	2.45	
PS23	706.33	2.50	0.00	
PS24	706.29	2.50	0.00	
PS25	706.18	2.50	0.00	
PS26	706.50	2.87	0.27	
PS27	706.65	3.10	0.50	
PS28	706.98	3.50	0.62	
PS29	707.30	3.90	0.62	
PS30	707.63	4.30	0.48	
PS31	707.95	4.70	0.82	
PS32	708.28	5.71	0.00	
PS33	708.39	5.71	0.28	
PS34	708.65	5.71	0.27	

PS35	709.31	5.71	0.41
PS36	708.22	4.55	0.42
PS37	707.43	3.69	0.42
PS38	706.34	2.49	0.14
PS39	705.71	1.81	0.29
PS40	706.45	1.81	0.00
PS41	706.64	2.05	0.30
PS42	706.71	1.81	0.40
PS43	706.67	1.84	0.36
PS44	706.63	1.87	0.25
PS45	706.59	1.89	0.34
PS46	706.89	1.81	0.58
PS47	707.97	2.96	0.73
PS48	709.04	4.10	0.58
PS49	709.28	4.41	0.44
PS50	709.29	4.48	0.74
PS51	709.30	4.56	0.80
PS52	708.28	5.78	0.00
PS53	708.28	5.83	0.00
SM1	708.28	5.87	30.83

## 5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

### Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud d m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PS1	PS2	50.00	DN315	4.00	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS2	PS3	37.00	DN315	0.16	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS3	PS4	42.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS4	PS5	42.00	DN315	0.15	0.59	22.89	0.23	Vel.< 0.3 m/s
PS5	PS6	42.00	DN315	0.15	1.19	31.91	0.29	Vel.< 0.3 m/s
PS6	PS7	42.00	DN315	0.15	1.79	38.79	0.33	
PS7	PS8	42.00	DN315	0.15	2.39	44.58	0.35	
PS8	PS9	45.00	DN315	0.15	2.69	47.20	0.37	
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	-0.30	16.66	-0.19	Vel.< 0.3 m/s
PS9	PS10	45.00	DN315	0.15	3.30	52.13	0.39	
PS10	PS11	45.00	DN315	0.15	4.07	57.76	0.42	
PS11	PS12	45.00	DN315	0.15	4.85	62.96	0.44	

PS12	PS13	45.00	DN315	0.15	5.79	68.74	0.46	
PS13	PS14	45.00	DN315	0.15	6.40	72.26	0.47	
PS14	PS15	45.00	DN315	0.15	7.39	77.67	0.49	
PS15	PS37	47.00	DN315	0.15	8.25	82.11	0.51	
PS15	PS38	28.01	DN315	0.15	-0.43	19.72	-0.21	Vel.< 0.3 m/s
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS17	PS18	6.00	DN315	0.67	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS18	PS19	41.00	DN315	0.32	2.45	37.68	0.46	
PS19	PS20	41.00	DN315	0.34	4.90	51.72	0.59	
PS20	PS21	41.00	DN315	0.32	7.35	64.26	0.64	
PS21	PS22	41.00	DN315	0.24	9.80	79.22	0.64	
PS22	PS23	41.00	DN315	0.41	12.25	77.55	0.82	
PS23	PS24	10.00	DN315	0.40	12.25	78.25	0.81	
PS24	PS25	35.00	DN315	0.31	12.25	83.18	0.74	
PS25	PS26	35.00	DN315	0.15	12.25	100.60	0.57	
PS26	PS27	50.00	DN315	0.15	13.87	107.37	0.59	
PS26	PS45	44.00	DN315	0.15	-1.35	33.89	-0.30	Vel.< 0.3 m/s
PS27	PS28	50.00	DN315	0.15	14.37	109.40	0.60	
PS28	PS29	50.00	DN315	0.15	14.99	111.88	0.60	
PS29	PS30	50.00	DN315	0.15	15.61	114.33	0.61	
PS30	PS31	50.00	DN315	0.15	16.09	116.20	0.62	
PS31	PS32	50.00	DN315	0.15	16.91	119.35	0.62	
PS32	PS33	13.27	DN315	0.83	-13.92	69.51	-1.09	
PS32	PS52	48.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73	
PS33	PS34	37.00	DN315	0.70	-13.64	71.70	-1.02	
PS34	PS35	39.00	DN315	1.69	-13.37	57.13	-1.39	Vel.máx.
PS35	PS36	47.01	DN315	0.15	-9.09	86.26	-0.52	
PS35	PS51	45.00	DN315	0.15	-3.87	56.35	-0.41	
PS36	PS37	47.01	DN315	0.15	-8.67	84.21	-0.52	
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	-0.29	16.39	-0.19	Vel.< 0.3 m/s
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00	Vel.< 0.3 m/s
PS42	PS43	44.00	DN315	0.15	0.40	19.06	0.21	Vel.< 0.3 m/s
PS43	PS44	44.00	DN315	0.15	0.76	25.80	0.25	Vel.< 0.3 m/s
PS44	PS45	44.00	DN315	0.15	1.01	29.52	0.27	Vel.< 0.3 m/s
PS46	PS47	45.01	DN315	0.15	0.58	22.71	0.23	Vel.< 0.3 m/s
PS47	PS48	45.01	DN315	0.15	1.31	33.41	0.30	Vel.< 0.3 m/s
PS48	PS49	45.00	DN315	0.15	1.89	39.82	0.33	
PS49	PS50	45.00	DN315	0.15	2.33	44.04	0.35	
PS50	PS51	45.00	DN315	0.15	3.07	50.33	0.38	
PS52	PS53	31.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73	
PS53	SM1	30.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73	

6. Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud	Diámetros	Pendiente	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad
PS1	PS2	50.00	DN315	4.00	0.00	0.00	0.00
PS2	PS3	37.00	DN315	0.16	0.00	0.00	0.00
PS3	PS4	42.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00
PS4	PS5	42.00	DN315	0.15	0.59	22.89	0.23
PS5	PS6	42.00	DN315	0.15	1.19	31.91	0.29
PS6	PS7	42.00	DN315	0.15	1.79	38.79	0.33
PS7	PS8	42.00	DN315	0.15	2.39	44.58	0.35
PS8	PS9	45.00	DN315	0.15	2.69	47.20	0.37
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	0.30	16.66	0.19
PS9	PS10	45.00	DN315	0.15	3.30	52.13	0.39
PS10	PS11	45.00	DN315	0.15	4.07	57.76	0.42
PS11	PS12	45.00	DN315	0.15	4.85	62.96	0.44
PS12	PS13	45.00	DN315	0.15	5.79	68.74	0.46
PS13	PS14	45.00	DN315	0.15	6.40	72.26	0.47
PS14	PS15	45.00	DN315	0.15	7.39	77.67	0.49
PS15	PS37	47.00	DN315	0.15	8.25	82.11	0.51
PS15	PS38	28.01	DN315	0.15	0.43	19.72	0.21
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	0.00	0.00	0.00
PS17	PS18	6.00	DN315	0.67	0.00	0.00	0.00
PS18	PS19	41.00	DN315	0.32	2.45	37.68	0.46
PS19	PS20	41.00	DN315	0.34	4.90	51.72	0.59
PS20	PS21	41.00	DN315	0.32	7.35	64.26	0.64
PS21	PS22	41.00	DN315	0.24	9.80	79.22	0.64
PS22	PS23	41.00	DN315	0.41	12.25	77.55	0.82
PS23	PS24	10.00	DN315	0.40	12.25	78.25	0.81
PS24	PS25	35.00	DN315	0.31	12.25	83.18	0.74
PS25	PS26	35.00	DN315	0.15	12.25	100.60	0.57
PS26	PS27	50.00	DN315	0.15	13.87	107.37	0.59
PS26	PS45	44.00	DN315	0.15	1.35	33.89	0.30
PS27	PS28	50.00	DN315	0.15	14.37	109.40	0.60
PS28	PS29	50.00	DN315	0.15	14.99	111.88	0.60
PS29	PS30	50.00	DN315	0.15	15.61	114.33	0.61
PS30	PS31	50.00	DN315	0.15	16.09	116.20	0.62
PS31	PS32	50.00	DN315	0.15	16.91	119.35	0.62
PS32	PS33	13.27	DN315	0.83	13.92	69.51	1.09
PS32	PS52	48.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73
PS33	PS34	37.00	DN315	0.70	13.64	71.70	1.02

Trabajo de Fin de Grado

PS34	PS35	39.00	DN315	1.69	13.37	57.13	1.39
PS35	PS36	47.01	DN315	0.15	9.09	86.26	0.52
PS35	PS51	45.00	DN315	0.15	3.87	56.35	0.41
PS36	PS37	47.01	DN315	0.15	8.67	84.21	0.52
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	0.29	16.39	0.19
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00
PS42	PS43	44.00	DN315	0.15	0.40	19.06	0.21
PS43	PS44	44.00	DN315	0.15	0.76	25.80	0.25
PS44	PS45	44.00	DN315	0.15	1.01	29.52	0.27
PS46	PS47	45.01	DN315	0.15	0.58	22.71	0.23
PS47	PS48	45.01	DN315	0.15	1.31	33.41	0.30
PS48	PS49	45.00	DN315	0.15	1.89	39.82	0.33
PS49	PS50	45.00	DN315	0.15	2.33	44.04	0.35
PS50	PS51	45.00	DN315	0.15	3.07	50.33	0.38
PS52	PS53	31.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73
PS53	SM1	30.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PS1	PS2	50.00	DN315	4.00	0.00	0.00	0.00
PS2	PS3	37.00	DN315	0.16	0.00	0.00	0.00
PS3	PS4	42.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00
PS4	PS5	42.00	DN315	0.15	0.59	22.89	0.23
PS5	PS6	42.00	DN315	0.15	1.19	31.91	0.29
PS6	PS7	42.00	DN315	0.15	1.79	38.79	0.33
PS7	PS8	42.00	DN315	0.15	2.39	44.58	0.35
PS8	PS9	45.00	DN315	0.15	2.69	47.20	0.37
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	0.30	16.66	0.19
PS9	PS10	45.00	DN315	0.15	3.30	52.13	0.39
PS10	PS11	45.00	DN315	0.15	4.07	57.76	0.42
PS11	PS12	45.00	DN315	0.15	4.85	62.96	0.44
PS12	PS13	45.00	DN315	0.15	5.79	68.74	0.46
PS13	PS14	45.00	DN315	0.15	6.40	72.26	0.47
PS14	PS15	45.00	DN315	0.15	7.39	77.67	0.49
PS15	PS37	47.00	DN315	0.15	8.25	82.11	0.51
PS15	PS38	28.01	DN315	0.15	0.43	19.72	0.21
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	0.00	0.00	0.00
PS17	PS18	6.00	DN315	0.67	0.00	0.00	0.00
PS18	PS19	41.00	DN315	0.32	2.45	37.68	0.46
PS19	PS20	41.00	DN315	0.34	4.90	51.72	0.59
PS20	PS21	41.00	DN315	0.32	7.35	64.26	0.64
PS21	PS22	41.00	DN315	0.24	9.80	79.22	0.64

PS22	PS23	41.00	DN315	0.41	12.25	77.55	0.82
PS23	PS24	10.00	DN315	0.40	12.25	78.25	0.81
PS24	PS25	35.00	DN315	0.31	12.25	83.18	0.74
PS25	PS26	35.00	DN315	0.15	12.25	100.60	0.57
PS26	PS27	50.00	DN315	0.15	13.87	107.37	0.59
PS26	PS45	44.00	DN315	0.15	1.35	33.89	0.30
PS27	PS28	50.00	DN315	0.15	14.37	109.40	0.60
PS28	PS29	50.00	DN315	0.15	14.99	111.88	0.60
PS29	PS30	50.00	DN315	0.15	15.61	114.33	0.61
PS30	PS31	50.00	DN315	0.15	16.09	116.20	0.62
PS31	PS32	50.00	DN315	0.15	16.91	119.35	0.62
PS32	PS33	13.27	DN315	0.83	13.92	69.51	1.09
PS32	PS52	48.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73
PS33	PS34	37.00	DN315	0.70	13.64	71.70	1.02
PS34	PS35	39.00	DN315	1.69	13.37	57.13	1.39
PS35	PS36	47.01	DN315	0.15	9.09	86.26	0.52
PS35	PS51	45.00	DN315	0.15	3.87	56.35	0.41
PS36	PS37	47.01	DN315	0.15	8.67	84.21	0.52
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	0.29	16.39	0.19
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	0.00	0.00	0.00
PS42	PS43	44.00	DN315	0.15	0.40	19.06	0.21
PS43	PS44	44.00	DN315	0.15	0.76	25.80	0.25
PS44	PS45	44.00	DN315	0.15	1.01	29.52	0.27
PS46	PS47	45.01	DN315	0.15	0.58	22.71	0.23
PS47	PS48	45.01	DN315	0.15	1.31	33.41	0.30
PS48	PS49	45.00	DN315	0.15	1.89	39.82	0.33
PS49	PS50	45.00	DN315	0.15	2.33	44.04	0.35
PS50	PS51	45.00	DN315	0.15	3.07	50.33	0.38
PS52	PS53	31.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73
PS53	SM1	30.00	DN315	0.15	30.83	167.81	0.73

### 7. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

#### PVC Corrugado PT

Descripción	Longitud m
DN315	2151.36

### 8. Medición excavación

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3
Terrenos	13152.74	1583.29	11401.80
Total	13152.74	1583.29	11401.80

## Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio	Prof. Final	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zahorras m3	Superficie pavimento m2
PS1	PS2	708.72	706.72	50.00	1.81	1.81	90.00	1/3	113.20	36.80	72.50	97.83
PS2	PS3	706.72	706.72	37.00	1.81	1.87	90.00	1/3	85.92	27.23	55.81	73.13
PS3	PS4	706.72	706.72	42.00	1.87	1.94	90.00	1/3	102.66	30.91	68.47	84.72
PS4	PS5	706.72	706.72	42.00	1.94	2.00	90.00	1/3	108.05	30.91	73.86	86.48
PS5	PS6	706.72	706.72	42.00	2.00	2.06	90.00	1/3	113.55	30.91	79.37	88.25
PS6	PS7	706.72	706.72	42.00	2.06	2.13	90.00	1/3	119.17	30.91	84.98	90.01
PS7	PS8	706.72	706.72	42.00	2.13	2.19	90.00	1/3	124.89	30.91	90.71	91.78
PS8	PS9	706.72	706.72	45.00	2.60	2.67	90.00	1/3	184.59	33.12	147.96	112.76
PS8	PS4	706.72	706.21	30.01	2.60	2.05	90.00	1/3	100.79	22.08	76.37	68.95
PS9	PS1	706.72	706.72	45.00	2.67	2.74	90.00	1/3	192.27	33.12	155.64	114.79
PS1	PS1	706.72	706.72	45.00	2.74	2.81	90.00	1/3	200.09	33.12	163.46	116.81
PS1	PS1	706.72	706.72	45.00	2.81	2.87	90.00	1/3	208.04	33.12	171.41	118.84
PS1	PS1	706.72	706.72	45.00	2.87	2.94	90.00	1/3	216.13	33.12	179.50	120.86
PS1	PS1	706.72	706.72	45.00	2.94	3.01	90.00	1/3	224.36	33.12	187.73	122.89
PS1	PS1	706.72	706.72	45.00	3.01	3.08	90.00	1/3	232.72	33.12	196.09	124.91
PS1	PS3	706.72	707.00	47.00	3.34	3.69	90.00	1/3	308.04	34.59	269.79	145.21
PS1	PS3	706.72	705.91	28.01	3.34	2.49	90.00	1/3	135.22	20.61	112.43	75.28
PS1	PS1	706.72	706.61	47.00	1.81	1.81	90.00	1/3	106.40	34.59	68.15	91.96
PS1	PS1	706.61	706.57	6.00	1.81	1.81	90.00	1/3	13.58	4.42	8.70	11.74
PS1	PS1	706.57	706.44	41.00	2.50	2.50	90.00	1/3	154.19	30.18	120.82	98.95
PS1	PS2	706.44	706.30	41.00	2.50	2.50	90.00	1/3	154.19	30.18	120.82	98.95
PS2	PS2	706.30	706.17	41.00	2.50	2.50	90.00	1/3	154.19	30.18	120.82	98.95
PS2	PS2	706.17	706.07	41.00	2.50	2.50	90.00	1/3	154.19	30.18	120.82	98.95
PS2	PS2	706.07	705.90	41.00	2.50	2.50	90.00	1/3	154.19	30.18	120.82	98.95
PS2	PS2	705.90	705.86	10.00	2.50	2.50	90.00	1/3	37.61	7.36	29.47	24.13
PS2	PS2	705.86	705.75	35.00	2.50	2.50	90.00	1/3	131.62	25.76	103.14	84.47
PS2	PS2	705.75	706.07	35.00	2.50	2.87	90.00	1/3	147.85	25.76	119.37	88.81
PS2	PS2	706.07	706.22	50.00	2.87	3.10	90.00	1/3	250.53	36.80	209.83	136.83
PS2	PS4	706.07	706.16	44.00	1.87	1.89	90.00	1/3	105.36	32.38	69.55	88.03
PS2	PS2	706.22	706.55	50.00	3.10	3.50	90.00	1/3	295.41	36.80	254.72	147.33
PS2	PS2	706.55	706.87	50.00	3.50	3.90	90.00	1/3	357.01	36.80	316.32	160.67
PS2	PS3	706.87	707.20	50.00	3.90	4.30	90.00	1/3	423.96	36.80	383.26	174.00
PS3	PS3	707.20	707.52	50.00	4.30	4.70	90.00	1/3	496.22	36.80	455.53	187.33
PS3	PS3	707.52	707.85	50.00	4.70	5.10	90.00	1/3	573.84	36.80	533.14	200.67
PS3	PS3	707.85	707.96	13.27	5.71	5.71	90.00	1/3	198.31	9.77	187.51	60.43
PS3	PS5	707.85	707.85	48.00	5.71	5.78	90.00	1/3	725.23	35.33	686.16	219.73
PS3	PS3	707.96	708.22	37.00	5.71	5.71	90.00	1/3	552.94	27.23	522.83	168.49
PS3	PS3	708.22	708.88	39.00	5.71	5.71	90.00	1/3	582.83	28.70	551.09	177.59
PS3	PS3	708.88	707.79	47.01	5.71	4.55	90.00	1/3	585.06	34.59	546.81	195.84
PS3	PS5	708.88	708.87	45.00	4.64	4.56	90.00	1/3	463.66	33.12	427.03	171.64
PS3	PS3	707.79	707.00	47.01	4.55	3.69	90.00	1/3	402.40	34.59	364.15	164.18
PS3	PS3	705.91	705.28	28.01	2.49	1.81	90.00	1/3	83.06	20.61	60.27	61.06
PS4	PS4	706.02	706.21	30.00	1.81	2.05	90.00	1/3	74.98	22.08	50.56	61.05
PS4	PS4	706.28	706.24	44.00	1.81	1.84	90.00	1/3	100.73	32.38	64.92	86.47
PS4	PS4	706.24	706.20	44.00	1.84	1.87	90.00	1/3	102.99	32.38	67.18	87.24
PS4	PS4	706.20	706.16	44.00	1.87	1.89	90.00	1/3	105.27	32.38	69.46	88.00
PS4	PS4	706.46	707.54	45.01	1.81	2.96	90.00	1/3	158.38	33.12	121.76	105.26



PS4	PS4	707.54	708.61	45.01	2.96	4.10	90.00	1/3	298.49	33.12	261.86	139.54
PS4	PS4	708.61	708.85	45.00	4.10	4.41	90.00	1/3	405.92	33.12	369.30	161.21
PS4	PS5	708.85	708.86	45.00	4.41	4.48	90.00	1/3	437.42	33.12	400.79	166.99
PS5	PS5	708.86	708.87	45.00	4.48	4.56	90.00	1/3	450.45	33.12	413.82	169.31
PS5	PS5	707.85	707.85	31.00	5.78	5.83	90.00	1/3	476.82	22.82	451.59	143.13
PS5	SM1	707.85	707.85	30.00	5.83	5.87	90.00	1/3	467.79	22.08	443.38	139.43

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.81	8
1.87	2
1.94	1
2.00	1
2.06	1
2.13	1
2.60	1
2.67	1
2.74	1
2.81	1
2.87	2
2.94	1
3.01	1
3.34	1
3.69	1
4.55	1
5.71	4
4.70	1
4.30	1
3.90	1
3.50	1
3.10	1
2.50	8
2.05	1
2.49	1
5.78	1
5.83	1
4.56	1
4.48	1
4.41	1
4.10	1
2.96	1
1.89	1
1.84	1
5.87	1
<b>Total</b>	<b>54</b>

## 7.2.- Cálculos hidráulicos de la red de pluviales.

### 1. Descripción de la red de saneamiento de **AGUAS PLUVIALES**

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

### 2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

PVC Corrugado PT - Coeficiente de Manning: 0.01000

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	315.0
DN400	Circular	Diámetro	400.0
DN500	Circular	Diámetro	500.0
DN600	Circular	Diámetro	600.0
DN800	Circular	Diámetro	800.0
DN1000	Circular	Diámetro	1000.0

B 6000 TUBO HA - Coeficiente de Manning: 0.01300

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN1500	Circular	Diámetro	1492.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

### 3. Descripción de terrenos

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos	20	20	70	25	1/3

#### 4. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales	Hipótesis Pluviales
Fecales	1.00	0.00
Fecales+Pluviales	0.00	1.00

Donde Fecales es con solo el riego de jardines y limpieza de calles y Fecales + pluviales es con lluvia y riego.

#### 5. Resultados

##### 5.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	709.76	1.81	0.13	
PS2	707.15	1.90	0.19	
PS3	707.15	2.00	0.23	
PS4	707.15	2.06	0.03	
PS5	707.15	2.13	0.03	
PS6	707.15	2.19	0.03	
PS7	707.15	2.30	0.03	
PS8	707.15	2.60	0.05	
PS9	707.15	2.67	0.03	
PS10	707.15	2.74	0.03	
PS11	707.15	2.81	0.03	
PS12	707.15	2.87	0.03	
PS13	707.15	2.94	0.30	
PS14	707.15	3.01	0.03	
PS15	707.15	3.41	0.04	
PS16	707.15	1.81	0.21	
PS17	707.04	1.81	0.13	
PS18	707.01	1.90	0.13	
PS19	706.87	1.90	0.03	
PS20	706.73	2.00	0.03	

PS21	706.60	2.00	0.03
PS22	706.46	2.10	0.03
PS23	706.33	2.10	0.51
PS24	706.29	2.10	0.50
PS25	706.14	2.30	0.51
PS26	706.50	2.71	0.15
PS27	706.59	2.87	0.03
PS28	706.88	3.22	0.03
PS29	707.16	3.57	0.03
PS30	707.45	3.92	0.03
PS31	707.73	4.27	0.03
PS32	708.01	4.62	0.03
PS33	708.41	5.78	0.40
PS34	708.67	5.78	0.30
PS35	709.31	5.78	0.05
PS36	708.17	4.57	0.04
PS37	707.38	3.71	0.04
PS38	706.27	2.49	0.02
PS39	705.64	1.81	0.01
PS40	706.45	1.81	0.01
PS41	706.62	2.03	0.02
PS42	706.71	1.81	0.03
PS43	706.67	2.00	0.03
PS44	706.63	2.10	0.06
PS45	706.59	2.13	0.14
PS46	706.96	1.90	0.04
PS47	708.05	3.06	0.03
PS48	709.11	4.18	0.03
PS49	709.28	4.42	0.03
PS50	709.29	4.50	0.03
PS51	709.30	4.58	0.03
PS52	708.30	5.78	0.40
PS53	708.30	5.84	0.00
SM1	708.30	5.90	5.39

Combinación: Fecales+Pluviales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PS1	709.76	1.81	16.14	
PS2	707.15	1.90	56.54	
PS3	707.15	2.00	51.19	
PS4	707.15	2.06	54.85	
PS5	707.15	2.13	54.85	
PS6	707.15	2.19	54.85	
PS7	707.15	2.30	54.85	
PS8	707.15	2.60	106.55	
PS9	707.15	2.67	58.84	
PS10	707.15	2.74	58.84	
PS11	707.15	2.81	58.84	
PS12	707.15	2.87	58.84	
PS13	707.15	2.94	58.84	
PS14	707.15	3.01	58.84	

PS15	707.15	3.41	77.85
PS16	707.15	1.81	30.19
PS17	707.04	1.81	35.13
PS18	707.01	1.90	31.42
PS19	706.87	1.90	52.94
PS20	706.73	2.00	52.94
PS21	706.60	2.00	52.94
PS22	706.46	2.10	52.94
PS23	706.33	2.10	47.19
PS24	706.29	2.10	29.76
PS25	706.14	2.30	44.08
PS26	706.50	2.71	78.91
PS27	706.59	2.87	56.50
PS28	706.88	3.22	56.50
PS29	707.16	3.57	56.50
PS30	707.45	3.92	56.50
PS31	707.73	4.27	56.50
PS32	708.01	4.62	56.50
PS33	708.41	5.78	35.17
PS34	708.67	5.78	50.37
PS35	709.31	5.78	84.57
PS36	708.17	4.57	60.61
PS37	707.38	3.71	60.60
PS38	706.27	2.49	36.16
PS39	705.64	1.81	18.12
PS40	706.45	1.81	19.60
PS41	706.62	2.03	39.20
PS42	706.71	1.81	59.44
PS43	706.67	2.00	59.44
PS44	706.63	2.10	121.55
PS45	706.59	2.13	57.33
PS46	706.96	1.90	91.15
PS47	708.05	3.06	58.14
PS48	709.11	4.18	58.14
PS49	709.28	4.42	58.14
PS50	709.29	4.50	58.14
PS51	709.30	4.58	58.19
PS52	708.30	5.78	38.23
PS53	708.30	5.84	0.00
SM1	708.30	5.90	2850.44

## 5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment
PS1	PS2	49.00	DN315	5.33	0.13	4.91	0.51	
PS2	PS3	33.00	DN400	0.15	0.32	16.18	0.19	Vel.< 0.3

PS3	PS4	43.00	DN500	0.15	0.55	19.73	0.21	Vel.< 0.3
PS4	PS5	43.00	DN500	0.15	0.58	20.22	0.22	Vel.< 0.3
PS5	PS6	43.00	DN600	0.15	0.61	19.80	0.21	Vel.< 0.3
PS6	PS7	43.00	DN600	0.15	0.64	20.25	0.22	Vel.< 0.3
PS7	PS8	43.00	DN800	0.15	0.67	19.30	0.21	Vel.< 0.3
PS8	PS9	45.00	DN800	0.15	0.75	20.34	0.22	Vel.< 0.3
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	-0.03	5.70	-0.09	Vel.< 0.3
PS9	PS10	45.00	DN800	0.15	0.78	20.71	0.22	Vel.< 0.3
PS10	PS11	45.00	DN800	0.15	0.81	21.08	0.22	Vel.< 0.3
PS11	PS12	45.00	DN800	0.15	0.84	21.44	0.23	Vel.< 0.3
PS12	PS13	45.00	DN1000	0.15	0.87	20.66	0.22	Vel.< 0.3
PS13	PS14	45.00	DN1000	0.15	1.17	23.71	0.24	Vel.< 0.3
PS14	PS15	45.00	DN1000	0.15	1.20	23.99	0.24	Vel.< 0.3
PS15	PS37	47.00	DN1000	0.15	1.27	24.63	0.25	Vel.< 0.3
PS15	PS38	28.02	DN315	0.15	-0.03	5.70	-0.09	Vel.< 0.3
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	0.21	12.70	0.20	Vel.< 0.3
PS17	PS18	8.00	DN315	0.37	0.34	14.25	0.27	Vel.< 0.3
PS18	PS19	41.00	DN400	0.34	0.47	15.98	0.28	Vel.< 0.3
PS19	PS20	41.00	DN400	0.34	0.50	16.45	0.28	Vel.< 0.3
PS20	PS21	41.00	DN500	0.32	0.53	16.28	0.27	Vel.< 0.3
PS21	PS22	41.00	DN500	0.34	0.56	16.42	0.29	Vel.< 0.3
PS22	PS23	41.00	DN600	0.32	0.59	16.38	0.27	Vel.< 0.3
PS23	PS24	12.00	DN600	0.33	1.10	21.64	0.34	
PS24	PS25	34.00	DN600	0.44	1.60	24.14	0.42	
PS25	PS26	34.00	DN800	0.15	2.11	32.93	0.30	Vel.< 0.3
PS26	PS27	43.00	DN1000	0.15	2.52	33.88	0.31	
PS26	PS45	44.00	DN600	0.20	-0.26	12.39	-0.18	Vel.< 0.3
PS27	PS28	44.00	DN1000	0.15	2.55	34.07	0.31	
PS28	PS29	44.00	DN1000	0.15	2.58	34.25	0.31	
PS29	PS30	44.00	DN1000	0.15	2.61	34.44	0.31	
PS30	PS31	44.00	DN1000	0.15	2.64	34.62	0.31	
PS31	PS32	44.00	DN1000	0.15	2.67	34.81	0.31	
PS32	PS52	44.00	DN1000	0.15	2.70	34.99	0.31	
PS33	PS34	39.00	DN1000	0.67	-1.89	20.95	-0.47	
PS33	PS52	15.00	DN1000	0.73	2.29	22.40	0.52	
PS34	PS35	39.00	DN800	1.64	-1.59	16.54	-0.63	Vel.máx.
PS35	PS36	47.02	DN1000	0.15	-1.35	25.34	-0.25	Vel.< 0.3
PS35	PS51	45.00	DN800	0.15	-0.19	10.76	-0.14	Vel.< 0.3
PS36	PS37	47.01	DN1000	0.15	-1.31	24.99	-0.25	Vel.< 0.3
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	-0.01	3.42	-0.07	Vel.< 0.3
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	0.01	3.42	0.07	Vel.< 0.3
PS42	PS43	46.00	DN315	0.15	0.03	5.70	0.09	Vel.< 0.3
PS43	PS44	46.00	DN500	0.15	0.06	7.04	0.11	Vel.< 0.3
PS44	PS45	44.00	DN600	0.15	0.12	9.30	0.13	Vel.< 0.3
PS46	PS47	45.01	DN400	0.15	0.04	6.15	0.10	Vel.< 0.3
PS47	PS48	45.01	DN500	0.15	0.07	7.57	0.11	Vel.< 0.3
PS48	PS49	45.00	DN600	0.15	0.10	8.55	0.12	Vel.< 0.3
PS49	PS50	45.00	DN600	0.15	0.13	9.65	0.13	Vel.< 0.3
PS50	PS51	45.00	DN600	0.15	0.16	10.63	0.14	Vel.< 0.3
PS52	PS53	40.00	DN1500	0.15	5.39	49.52	0.30	
PS53	SM1	40.00	DN1500	0.15	5.39	49.52	0.30	

## Combinación: Fecales+Pluviales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetro s mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocida d m/s	Coment.
PS1	PS2	49.00	DN315	5.33	16.14	47.36	2.19	
PS2	PS3	33.00	DN400	0.15	72.68	244.99	0.90	
PS3	PS4	43.00	DN500	0.15	123.87	294.09	1.03	
PS4	PS5	43.00	DN500	0.15	178.72	385.26	1.10	
PS5	PS6	43.00	DN600	0.15	233.57	389.68	1.20	
PS6	PS7	43.00	DN600	0.15	288.42	459.13	1.24	
PS7	PS8	43.00	DN800	0.15	343.27	407.33	1.33	
PS8	PS9	45.00	DN800	0.15	508.62	523.63	1.46	
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	-58.80	280.35	-0.80	
PS9	PS10	45.00	DN800	0.15	567.46	567.78	1.49	
PS10	PS11	45.00	DN800	0.15	626.30	616.79	1.51	
PS11	PS12	45.00	DN800	0.15	685.14	678.79	1.51	
PS12	PS13	45.00	DN1000	0.15	743.98	567.73	1.62	
PS13	PS14	45.00	DN1000	0.15	802.82	596.04	1.64	
PS14	PS15	45.00	DN1000	0.15	861.66	624.61	1.67	
PS15	PS37	47.00	DN1000	0.15	993.79	691.12	1.72	
PS15	PS38	28.02	DN315	0.15	-54.28	252.43	-0.81	
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	30.19	145.45	0.86	
PS17	PS18	8.00	DN315	0.37	65.32	202.59	1.23	
PS18	PS19	41.00	DN400	0.34	96.74	225.98	1.32	
PS19	PS20	41.00	DN400	0.34	149.68	310.04	1.43	
PS20	PS21	41.00	DN500	0.32	202.62	318.01	1.54	
PS21	PS22	41.00	DN500	0.34	255.56	367.72	1.65	
PS22	PS23	41.00	DN600	0.32	308.50	365.09	1.71	
PS23	PS24	12.00	DN600	0.33	355.69	395.59	1.80	
PS24	PS25	34.00	DN600	0.44	385.45	379.46	2.04	
PS25	PS26	34.00	DN800	0.15	429.53	467.58	1.41	
PS26	PS27	43.00	DN1000	0.15	806.20	597.68	1.65	
PS26	PS45	44.00	DN600	0.20	-297.76	415.26	-1.43	
PS27	PS28	44.00	DN1000	0.15	862.70	625.13	1.67	
PS28	PS29	44.00	DN1000	0.15	919.20	653.05	1.69	
PS29	PS30	44.00	DN1000	0.15	975.70	681.73	1.71	
PS30	PS31	44.00	DN1000	0.15	1032.20	711.52	1.73	
PS31	PS32	44.00	DN1000	0.15	1088.70	742.99	1.74	
PS32	PS52	44.00	DN1000	0.15	1145.20	777.05	1.75	
PS33	PS34	39.00	DN1000	0.67	-1631.84	582.18	-3.44	
PS33	PS52	15.00	DN1000	0.73	1667.01	572.51	3.59	
PS34	PS35	39.00	DN800	1.64	-1581.47	501.75	-4.77	Vel.máx.
PS35	PS36	47.02	DN1000	0.15	-1115.00	758.54	-1.74	
PS35	PS51	45.00	DN800	0.15	-381.90	434.38	-1.37	
PS36	PS37	47.01	DN1000	0.15	-1054.39	723.68	-1.73	
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	-18.12	123.91	-0.64	Vel.mín.
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	19.60	129.34	0.65	
PS42	PS43	46.00	DN315	0.15	59.44	288.29	0.80	
PS43	PS44	46.00	DN500	0.15	118.88	286.47	1.02	
PS44	PS45	44.00	DN600	0.15	240.43	397.74	1.21	
PS46	PS47	45.01	DN400	0.15	91.15	288.39	0.94	
PS47	PS48	45.01	DN500	0.15	149.29	333.79	1.07	
PS48	PS49	45.00	DN600	0.15	207.43	359.70	1.17	

PS49	PS50	45.00	DN600	0.15	265.57	428.47	1.23
PS50	PS51	45.00	DN600	0.15	323.71	522.04	1.24
PS52	PS53	40.00	DN1500	0.15	2850.44	1317.30	1.74
PS53	SM1	40.00	DN1500	0.15	2850.44	1317.30	1.74

## 6. Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

### Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud	Diámetros	Pendiente	Caudal	Calado	Velocidad
		m	mm	%	l/s	mm	m/s
PS1	PS2	49.00	DN315	5.33	16.14	47.36	2.19
PS2	PS3	33.00	DN400	0.15	72.68	244.99	0.90
PS3	PS4	43.00	DN500	0.15	123.87	294.09	1.03
PS4	PS5	43.00	DN500	0.15	178.72	385.26	1.10
PS5	PS6	43.00	DN600	0.15	233.57	389.68	1.20
PS6	PS7	43.00	DN600	0.15	288.42	459.13	1.24
PS7	PS8	43.00	DN800	0.15	343.27	407.33	1.33
PS8	PS9	45.00	DN800	0.15	508.62	523.63	1.46
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	58.80	280.35	0.80
PS9	PS10	45.00	DN800	0.15	567.46	567.78	1.49
PS10	PS11	45.00	DN800	0.15	626.30	616.79	1.51
PS11	PS12	45.00	DN800	0.15	685.14	678.79	1.51
PS12	PS13	45.00	DN1000	0.15	743.98	567.73	1.62
PS13	PS14	45.00	DN1000	0.15	802.82	596.04	1.64
PS14	PS15	45.00	DN1000	0.15	861.66	624.61	1.67
PS15	PS37	47.00	DN1000	0.15	993.79	691.12	1.72
PS15	PS38	28.02	DN315	0.15	54.28	252.43	0.81
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	30.19	145.45	0.86
PS17	PS18	8.00	DN315	0.37	65.32	202.59	1.23
PS18	PS19	41.00	DN400	0.34	96.74	225.98	1.32
PS19	PS20	41.00	DN400	0.34	149.68	310.04	1.43
PS20	PS21	41.00	DN500	0.32	202.62	318.01	1.54
PS21	PS22	41.00	DN500	0.34	255.56	367.72	1.65
PS22	PS23	41.00	DN600	0.32	308.50	365.09	1.71
PS23	PS24	12.00	DN600	0.33	355.69	395.59	1.80
PS24	PS25	34.00	DN600	0.44	385.45	379.46	2.04
PS25	PS26	34.00	DN800	0.15	429.53	467.58	1.41
PS26	PS27	43.00	DN1000	0.15	806.20	597.68	1.65
PS26	PS45	44.00	DN600	0.20	297.76	415.26	1.43
PS27	PS28	44.00	DN1000	0.15	862.70	625.13	1.67
PS28	PS29	44.00	DN1000	0.15	919.20	653.05	1.69
PS29	PS30	44.00	DN1000	0.15	975.70	681.73	1.71
PS30	PS31	44.00	DN1000	0.15	1032.20	711.52	1.73
PS31	PS32	44.00	DN1000	0.15	1088.70	742.99	1.74
PS32	PS52	44.00	DN1000	0.15	1145.20	777.05	1.75
PS33	PS34	39.00	DN1000	0.67	1631.84	582.18	3.44
PS33	PS52	15.00	DN1000	0.73	1667.01	572.51	3.59
PS34	PS35	39.00	DN800	1.64	1581.47	501.75	4.77
PS35	PS36	47.02	DN1000	0.15	1115.00	758.54	1.74
PS35	PS51	45.00	DN800	0.15	381.90	434.38	1.37



PS36	PS37	47.01	DN1000	0.15	1054.39	723.68	1.73
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	18.12	123.91	0.64
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	19.60	129.34	0.65
PS42	PS43	46.00	DN315	0.15	59.44	288.29	0.80
PS43	PS44	46.00	DN500	0.15	118.88	286.47	1.02
PS44	PS45	44.00	DN600	0.15	240.43	397.74	1.21
PS46	PS47	45.01	DN400	0.15	91.15	288.39	0.94
PS47	PS48	45.01	DN500	0.15	149.29	333.79	1.07
PS48	PS49	45.00	DN600	0.15	207.43	359.70	1.17
PS49	PS50	45.00	DN600	0.15	265.57	428.47	1.23
PS50	PS51	45.00	DN600	0.15	323.71	522.04	1.24
PS52	PS53	40.00	DN1500	0.15	2850.44	1317.30	1.74
PS53	SM1	40.00	DN1500	0.15	2850.44	1317.30	1.74

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud	Diámetros	Pendiente	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad
PS1	PS2	49.00	DN315	5.33	0.13	4.91	0.51
PS2	PS3	33.00	DN400	0.15	0.32	16.18	0.19
PS3	PS4	43.00	DN500	0.15	0.55	19.73	0.21
PS4	PS5	43.00	DN500	0.15	0.58	20.22	0.22
PS5	PS6	43.00	DN600	0.15	0.61	19.80	0.21
PS6	PS7	43.00	DN600	0.15	0.64	20.25	0.22
PS7	PS8	43.00	DN800	0.15	0.67	19.30	0.21
PS8	PS9	45.00	DN800	0.15	0.75	20.34	0.22
PS8	PS41	30.01	DN315	0.15	0.03	5.70	0.09
PS9	PS10	45.00	DN800	0.15	0.78	20.71	0.22
PS10	PS11	45.00	DN800	0.15	0.81	21.08	0.22
PS11	PS12	45.00	DN800	0.15	0.84	21.44	0.23
PS12	PS13	45.00	DN1000	0.15	0.87	20.66	0.22
PS13	PS14	45.00	DN1000	0.15	1.17	23.71	0.24
PS14	PS15	45.00	DN1000	0.15	1.20	23.99	0.24
PS15	PS37	47.00	DN1000	0.15	1.27	24.63	0.25
PS15	PS38	28.02	DN315	0.15	0.03	5.70	0.09
PS16	PS17	47.00	DN315	0.23	0.21	12.70	0.20
PS17	PS18	8.00	DN315	0.37	0.34	14.25	0.27
PS18	PS19	41.00	DN400	0.34	0.47	15.98	0.28
PS19	PS20	41.00	DN400	0.34	0.50	16.45	0.28
PS20	PS21	41.00	DN500	0.32	0.53	16.28	0.27
PS21	PS22	41.00	DN500	0.34	0.56	16.42	0.29
PS22	PS23	41.00	DN600	0.32	0.59	16.38	0.27
PS23	PS24	12.00	DN600	0.33	1.10	21.64	0.34
PS24	PS25	34.00	DN600	0.44	1.60	24.14	0.42
PS25	PS26	34.00	DN800	0.15	2.11	32.93	0.30
PS26	PS27	43.00	DN1000	0.15	2.52	33.88	0.31
PS26	PS45	44.00	DN600	0.20	0.26	12.39	0.18
PS27	PS28	44.00	DN1000	0.15	2.55	34.07	0.31
PS28	PS29	44.00	DN1000	0.15	2.58	34.25	0.31

PS29	PS30	44.00	DN1000	0.15	2.61	34.44	0.31
PS30	PS31	44.00	DN1000	0.15	2.64	34.62	0.31
PS31	PS32	44.00	DN1000	0.15	2.67	34.81	0.31
PS32	PS52	44.00	DN1000	0.15	2.70	34.99	0.31
PS33	PS34	39.00	DN1000	0.67	1.89	20.95	0.47
PS33	PS52	15.00	DN1000	0.73	2.29	22.40	0.52
PS34	PS35	39.00	DN800	1.64	1.59	16.54	0.63
PS35	PS36	47.02	DN1000	0.15	1.35	25.34	0.25
PS35	PS51	45.00	DN800	0.15	0.19	10.76	0.14
PS36	PS37	47.01	DN1000	0.15	1.31	24.99	0.25
PS38	PS39	28.01	DN315	0.15	0.01	3.42	0.07
PS40	PS41	30.00	DN315	0.15	0.01	3.42	0.07
PS42	PS43	46.00	DN315	0.15	0.03	5.70	0.09
PS43	PS44	46.00	DN500	0.15	0.06	7.04	0.11
PS44	PS45	44.00	DN600	0.15	0.12	9.30	0.13
PS46	PS47	45.01	DN400	0.15	0.04	6.15	0.10
PS47	PS48	45.01	DN500	0.15	0.07	7.57	0.11
PS48	PS49	45.00	DN600	0.15	0.10	8.55	0.12
PS49	PS50	45.00	DN600	0.15	0.13	9.65	0.13
PS50	PS51	45.00	DN600	0.15	0.16	10.63	0.14
PS52	PS53	40.00	DN1500	0.15	5.39	49.52	0.30
PS53	SM1	40.00	DN1500	0.15	5.39	49.52	0.30

## 7. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

### PVC Corrugado PT

Descripción	Longitud m
DN315	266.03
DN400	160.01
DN500	259.01
DN600	396.00
DN800	341.00
DN1000	637.03

### B 6000 TUBO HA

Descripción	Longitud m
DN1500	80.00

## 8. Medición excavación

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. ahorras m3

Terrenos	16275.32	3274.74	11985.36
Total	16275.32	3274.74	11985.36

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m3	Vol. arenas m3	Vol. zavorras m3	Superficie pavimento m2
PS1	PS2	709.41	706.80	49.00	1.81	1.81	90.00	1/3	118.71	36.06	78.82	98.49
PS2	PS3	706.80	706.80	33.00	1.90	1.95	100.00	1/3	93.21	29.29	59.77	72.04
PS3	PS4	706.80	706.80	43.00	2.00	2.06	110.00	1/3	139.81	45.74	85.63	101.26
PS4	PS5	706.80	706.80	43.00	2.06	2.13	110.00	1/3	146.40	45.74	92.22	103.11
PS5	PS6	706.80	706.80	43.00	2.13	2.19	120.00	1/3	161.76	53.78	95.83	109.26
PS6	PS7	706.80	706.80	43.00	2.19	2.26	120.00	1/3	168.87	53.78	102.94	111.10
PS7	PS8	706.80	706.80	43.00	2.30	2.36	140.00	1/3	199.63	71.27	106.75	122.76
PS8	PS9	706.80	706.80	45.00	2.60	2.67	140.00	1/3	249.70	74.58	152.50	137.66
PS8	PS41	706.80	706.27	30.01	2.60	2.03	90.00	1/3	105.68	22.08	81.27	70.35
PS9	PS10	706.80	706.80	45.00	2.67	2.74	140.00	1/3	259.06	74.58	161.86	139.69
PS10	PS11	706.80	706.80	45.00	2.74	2.81	140.00	1/3	268.56	74.58	171.36	141.71
PS11	PS12	706.80	706.80	45.00	2.81	2.87	140.00	1/3	278.19	74.58	180.99	143.74
PS12	PS13	706.80	706.80	45.00	2.87	2.94	160.00	1/3	312.79	94.86	182.59	154.76
PS13	PS14	706.80	706.80	45.00	2.94	3.01	160.00	1/3	323.31	94.86	193.11	156.79
PS14	PS15	706.80	706.80	45.00	3.01	3.08	160.00	1/3	333.96	94.86	203.76	158.81
PS15	PS37	706.80	707.03	47.00	3.41	3.71	160.00	1/3	438.54	99.07	302.55	182.02
PS15	PS38	706.80	705.92	28.02	3.41	2.49	90.00	1/3	144.08	20.61	121.29	77.43
PS16	PS17	706.80	706.69	47.00	1.81	1.81	90.00	1/3	113.86	34.59	75.61	94.47
PS17	PS18	706.69	706.66	8.00	1.81	1.81	90.00	1/3	19.38	5.89	12.87	16.08
PS18	PS19	706.66	706.52	41.00	1.90	1.90	100.00	1/3	113.60	36.39	72.06	88.83
PS19	PS20	706.52	706.38	41.00	1.90	1.90	100.00	1/3	113.60	36.39	72.06	88.83
PS20	PS21	706.38	706.25	41.00	2.00	2.00	110.00	1/3	130.21	43.61	78.55	95.67
PS21	PS22	706.25	706.11	41.00	2.00	2.00	110.00	1/3	130.21	43.61	78.55	95.67
PS22	PS23	706.11	705.98	41.00	2.10	2.10	120.00	1/3	147.91	51.27	85.04	102.50
PS23	PS24	705.98	705.94	12.00	2.10	2.10	120.00	1/3	43.29	15.01	24.89	30.00
PS24	PS25	705.94	705.79	34.00	2.10	2.10	120.00	1/3	122.65	42.52	70.52	85.00
PS25	PS26	705.79	706.15	34.00	2.30	2.71	140.00	1/3	175.07	56.35	101.63	100.99
PS26	PS27	706.15	706.24	43.00	2.71	2.87	160.00	1/3	281.29	90.64	156.88	144.43
PS26	PS45	706.15	706.24	44.00	2.13	2.13	120.00	1/3	161.60	55.03	94.13	110.76
PS27	PS28	706.24	706.53	44.00	2.87	3.22	160.00	1/3	326.57	92.75	199.26	155.28
PS28	PS29	706.53	706.81	44.00	3.22	3.57	160.00	1/3	382.89	92.75	255.58	165.57
PS29	PS30	706.81	707.10	44.00	3.57	3.92	160.00	1/3	442.82	92.75	315.52	175.87
PS30	PS31	707.10	707.38	44.00	3.92	4.27	160.00	1/3	506.36	92.75	379.06	186.16
PS31	PS32	707.38	707.66	44.00	4.27	4.62	160.00	1/3	572.54	92.75	445.23	196.31
PS32	PS52	707.66	707.95	44.00	4.62	4.97	160.00	1/3	643.26	92.75	515.95	206.61
PS33	PS34	708.06	708.32	39.00	5.78	5.78	160.00	1/3	763.48	82.21	650.64	208.79
PS33	PS52	708.06	707.95	15.00	5.78	5.78	160.00	1/3	293.64	31.62	250.24	80.31
PS34	PS35	708.32	708.96	39.00	5.78	5.78	140.00	1/3	719.56	64.64	635.32	200.99
PS35	PS36	708.96	707.82	47.02	5.78	4.57	160.00	1/3	774.99	99.07	639.01	232.66
PS35	PS51	708.96	708.95	45.00	4.66	4.58	140.00	1/3	580.59	74.58	483.39	196.99
PS36	PS37	707.82	707.03	47.01	4.57	3.71	160.00	1/3	550.06	99.07	414.07	200.21
PS38	PS39	705.92	705.29	28.01	2.49	1.81	90.00	1/3	88.01	20.61	65.22	62.55
PS40	PS41	706.10	706.27	30.00	1.81	2.03	90.00	1/3	79.30	22.08	54.88	62.45
PS42	PS43	706.36	706.32	46.00	1.81	1.84	90.00	1/3	112.78	33.85	75.34	92.90
PS43	PS44	706.32	706.28	46.00	2.00	2.03	110.00	1/3	147.65	48.93	89.69	107.78

PS44	PS45	706.28	706.24	44.00	2.10	2.13	120.00	1/3	160.16	55.03	92.70	110.38
PS46	PS47	706.61	707.70	45.01	1.90	3.06	100.00	1/3	187.19	39.95	141.59	114.86
PS47	PS48	707.70	708.76	45.01	3.06	4.18	110.00	1/3	353.79	47.86	297.09	153.64
PS48	PS49	708.76	708.93	45.00	4.18	4.42	120.00	1/3	483.16	56.28	414.16	178.61
PS49	PS50	708.93	708.94	45.00	4.42	4.50	120.00	1/3	511.62	56.28	442.62	183.34
PS50	PS51	708.94	708.95	45.00	4.50	4.58	120.00	1/3	525.92	56.28	456.92	185.66
PS52	PS53	707.95	707.95	40.00	5.78	5.84	200.00	1/3	880.06	129.15	680.97	230.95
PS53	SM1	707.95	707.95	40.00	5.84	5.90	200.00	1/3	893.96	129.15	694.88	232.55

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.81	6
1.90	4
2.00	4
2.06	1
2.13	2
2.19	1
2.30	2
2.60	1
2.67	1
2.74	1
2.81	1
2.87	2
2.94	1
3.01	1
3.41	1
2.49	1
2.03	1
3.71	1
4.57	2
5.78	4
4.50	1
4.42	1
4.18	1
3.06	1
4.62	1
4.27	1
3.92	1
3.57	1
3.22	1
2.71	1
2.10	4
5.84	1
5.90	1
<b>Total</b>	<b>54</b>

## **PLAN DE OBRA**

UNIDAD DE TRAMO U OBRA	MESES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TOMA DE DATOS	█													
MOVIMIENTO DE TIERRAS														
DESBRUCE	█	█												
EXCAVACIÓN		█	█	█										
TERRAPLEN		█	█	█										
PERFILADO			█	█										
EXCAVACIÓN ZANIAS			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
RELLENO ZANIAS			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
RED DE SANEAMIENTO														
RED DE PLUMALES					█	█	█	█	█					
RED DE NEGRAS			█	█	█	█	█							
RED DE ABASTECIMIENTO														
RED DE ABASTECIMIENTO								█	█	█	█	█		
DEPOSITO									█	█	█	█		
PAVIMENTACIÓN														
ZANORRAS Y BORDILLOS				█	█	█	█	█						
PAVIMENTOS DE CALZADAS Y APARCAMIENTOS								█	█	█	█	█	█	█
PAVIMENTO DE ACERAS									█	█	█	█	█	█
SEÑALIZACIÓN														█

## **PLANOS**

1. SITUACIÓN.
2. TOPOGRÁFICO.
3. EMPLAZAMIENTO
4. DISEÑO DE VIALES.
- 4.A. PERFILES LONGITUDINALES DE VIALES.
- 4.B. DETALLES CONSTRUCTIVOS DE VIALES.
5. ORDENACIÓN.
6. RED GENERAL DE SANEAMIENTO.
- 6.A. PERFILES LONGITUDINALES SANEAMIENTO-PLUVIAL.
- 6.B. PERFILES LONGITUDINALES SANEAMIENTO-RESIDUAL.
- 6.C. DETALLES CONSTRUCTIVOS SANEAMIENTO.
7. RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- 7.A. DETALLES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- 7.B. DEPOSITO.
- 7.C. DEPOSITO-DRENAJES.

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.**

### **1.- CONDICIONES DE TIPO GENERAL.**

#### **1.1.- Objeto de este pliego.**

El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente a las instalaciones de la urbanización.

#### **1.2.- Descripción general de la obra.**

La zona a urbanizar corresponde actualmente a terrenos rústicos y de labor, con una extensión aproximada de 235.830 m<sup>2</sup>, habiendo sido modificada por las Ordenanzas urbanísticas vigentes en el municipio de Santa Cruz de Mudela, para construcción de parcelas de uso industrial.

#### **1.3.- Condiciones generales de índole legal.**

A continuación se recogen las características y condiciones que reunirá la obra y materiales principales en ellas empleados.

Las obras a que se refiere el presente proyecto son de nueva planta en su integridad, no existiendo parte alguna de aprovechamiento de edificaciones anteriores ni en lo referente a unidades de obra ni a ninguno de los materiales que han de entrar a formar parte de la misma. Así pues serán automáticamente rechazados aquellos elementos que hayan tenido anterior uso. Del mismo modo, si en las excavaciones o movimientos de tierras apareciese algún elemento o fábrica de anteriores edificaciones, no serán aprovechadas, siendo demolidas en lo necesario para establecer las unidades de obra indicadas en los Planos, salvo que sean de carácter histórico, artístico o monumental o que puedan considerarse dentro de la vigente Legislación, en el supuesto de hallazgo de tesoros.

Una vez adjudicadas las obras, el constructor instalará en el terreno una caseta de obra. En ésta habrá al menos dos departamentos independientes, destinados a oficina y botiquín. El primero deberá tener al menos un tablero donde puedan extenderse los planos y el segundo estará provisto de todos los elementos precisos para una primera cura de urgencia.



El pago de impuestos o árbitros en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista.

El Contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el Contrato se reflejará las particularidades que convengan ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo.

#### **1.4.- De los materiales y sus aparatos, su procedencia.**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clases en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Técnico Director.

Se exceptúa el caso en que los pliegos de condiciones particulares dispongan un origen preciso y determinado, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento salvo orden por escrito en contrario del Técnico Director.

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones varias de la Edificación, compuesto por el Centro Experimental de Arquitectura, y demás Normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el Técnico Director de la Obra, por lo que el Técnico podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna.

#### **1.5.- Plazo y comienzo de ejecución.**

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo de 14 meses desde el inicio de la obra. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

### **1.6.- Sanciones por retraso de las obras.**

Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre Propiedad y Contrata.

### **1.7.- Obras de reforma y mejora.**

Si por decisión de la Dirección Técnica se introdujesen mejoras, presupuestos adicionales o reformas, el Constructor queda obligado a ejecutarlas, con la baja correspondiente conseguida en el acto de la adjudicación, siempre que el aumento no sea superior al 10% del presupuesto de la obra.

### **1.8.- Trabajos defectuosos.**

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el Pliego de Condiciones Generales de índole técnica del "Pliego de Condiciones de la Edificación" y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Arquitecto Director o su auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Arquitecto Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la Contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

### **1.9.- Vicios ocultos.**

Si el Técnico Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

### **1.10.- Recepción provisional de las obras.**

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, para la cual será necesaria asistencia de un representante de la Propiedad, de los Técnicos Directores de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

### **1.11.- Medición definitiva de los trabajos**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección de la obra a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por el de oficio.

### **1.12.- Plazo de garantía.**

El plazo de garantía de las obras terminadas será de UN AÑO, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindiré el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

### **1.13.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será juez imparcial, la Dirección Técnica de la Obra, sin que contra su resolución quepa ulterior recurso.

### **1.14.- Recepción definitiva.**

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

### **1.15.- Dirección de la obra.**

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, que corresponde a la Dirección Facultativa, es misión suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras, e instalaciones anejas, se lleven a cabo, si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan del Director de Obra o de las personas por él delegadas.

### **1.16.- Obligaciones de la contrata.**

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Técnico Director o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc... así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un "libro de ordenes", para cuando lo juzgue conveniente la Dirección dictar las que hayan de extenderse, y firmarse el "enterado" de las mismas por el Jefe de obra. El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las ordenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el "Pliego de Condiciones" de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Por la Contrata se facilitará todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en material social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica y con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.

El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.

El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa.

El Contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

### **1.17.- Responsabilidades de la contrata**

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.
- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

### **1.18.- Obras ocultas.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la obra, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al propietario, otro al Director y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables para efectuar las mediciones.

### **1.19.- Seguridad e higiene en el trabajo.**

El Contratista estará obligado a redactar un proyecto o estudio completo de Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta Dirección Facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la Industria de la construcción, lo mismo en lo relacionado a los intervinientes en el tajo como con las personas ajenas a la obra.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

### **1.20.- Disposiciones de carácter general y particular.**

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa, por los anuncios o bases, contratos o escritura, antes citados.

Serán, asimismo, de aplicación complementaria, las siguientes disposiciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas PG-3/75, Orden del 6/2/1 995 y las modificaciones del mismo posteriores a su aprobación que a continuación se relacionan.
  - Orden Circular de mayo de 1986, que fija requisitos adicionales a los artículos:

- 278 "Pinturas a emplear en marcas viales"
- 700 "Marcas viales"
- Anexo a la "Instrucción sobre secciones de firmes en autovías" aprobadas por Orden Ministerial de 31 de julio de 1986 (B.O.E. de 5 de septiembre), que revisa los siguientes artículos:
  - 501 "Zahorra artificial"
  - 516 "Hormigón compactado" (nuevo)
  - 517 "Hormigón magro"
- Orden Ministerial de 21 de enero de 1988 (B.O.E. del 3 de febrero), posteriormente modificada por Orden Ministerial de 8 de mayo de 1989 (B.O.E. del 18), que revisa los siguientes artículos referentes a ligantes hidrocarbonados:
  - 210 "Alquitranes"
  - 211 "Betunes asfálticos"
  - 212 "Betunes fluidificados"
  - 213 "Emulsiones asfálticas"
  - 214 "Betunes fluxados"
- Orden Ministerial de 21 de enero de 1988 (B.O.E. de 3 de febrero), posteriormente modificada por la Orden Ministerial de 28 de septiembre de 1989 (B.O.E. del 9 de octubre), que revisa los siguientes artículos:
  - 240 "Barras lisas para hormigón armado"
  - 241 "Barras corrugadas para hormigón armado"
  - 242 "Mallas electrosoldadas"
  - 243 "Alambres para hormigón pretensado"
  - 244 "Torzales para hormigón pretensado"
  - 245 "Cordones para hormigón pretensado"
  - 246 "Cables para hormigón pretensado"
  - 247 "Barras para hormigón pretensado"
  - 248 "Accesorios para hormigón pretensado"
- Orden Ministerial de 28 de septiembre de 1989 (B.O.E. del 9 de octubre) que revisa el artículo 104 "Desarrollo y Control de las Obras".
- Orden Circular 294/87T, de 23 de diciembre de 1987, que ha revisado los siguientes artículos:
  - 530 "Riegos de imprimación"
  - 531 "Riegos de adherencia"
  - 532 "Riegos de curado" (antes "Tratamientos superficiales").
- Orden Circular 297/88 T, de 29 de marzo de 1988 que revisa los artículos:
  - 510 "Suelos estabilizado "in situ" con cal".
  - 511 "Suelos estabilizados "in situ" con cemento" (antes, "Suelos estabilizados



- con productos bituminosos").
  - 533 "Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla" (antes, "Macadam por penetración con ligantes bituminosos viscosos").
  - 540 "Tratamientos superficiales con lechada bituminosa".
  - o Orden Circular 299/89 T, de 23 de febrero de 1989, que ha revisado el artículo 542 "Mezclas bituminosas en caliente".
  - o Orden Circular 311/90 C y E, de 20 de marzo, que ha revisado el artículo 550 "Pavimentos de hormigón vibrado".
  - o Orden Circular 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.
  - o Orden Circular 10/00 sobre secciones de firme y capas estructurales de firme
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos. (RC-97).
  - Instrucción para el control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas.
  - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, del Ministerio de Obras Públicas. Orden 28/07/1974.
  - Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensadas.
  - Instrucción de hormigón Estructural (EHE-98).
  - Instrucción para el estudio y ejecución de saneamiento de la Dirección General de Obras Hidráulicas.
  - Instrucción para el estudio y ejecución de abastecimientos de agua potable de la Dirección General de Obras Hidráulicas.
  - Instrucción para tubos de hormigón armado o pretensado del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.
  - Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM/73. Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
  - Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado (EHPR/72) orden de Presidencia del Gobierno de 5 de mayo de 1972 (B.O.E de 11 y 26 de Mayo de 1972).
  - Normas sobre barreras de seguridad D.G.C. (O.C. 229/71 de febrero).
  - Normas de ensayo de Laboratorio del Transporte.
  - Normas de señalización 8.1-IC. O.C. de la D.G.C.
  - Normas de marcas viales 8.1-IC. O.C. de la D.G.C.
  - Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre secciones de firme.
  - Normas U.N.E. de aplicación.
  - Normas de pinturas, del Instituto Nacional de Técnicas Aeroespacial Esteban Terradas.
  - Normas de ensayo, del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
  - Métodos de ensayo, del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.
  - Toda otra disposición legal vigente durante la obra, y particularmente las de seguridad y

señalización.

Será responsabilidad del contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita al respecto.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones Pliegos o Normas de toda índole, promulgadas por la Administración con anterioridad a la fecha de licitación y que tengan aplicación en los trabajos a realizar, aunque no estén expresamente indicados en la anterior relación.

Si se produce alguna diferencia de grado entre los términos de una prescripción de este Pliego y los de otra prescripción análoga contenida en las Disposiciones Generales mencionadas, será de aplicación la más exigente.

Si las prescripciones referidas a un mismo objeto fuesen conceptualmente incompatibles o contradictorias, prevalecerán las de este Pliego, salvo autorización expresa del DIRECTOR de Obra.

## **2.-DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.**

### **2.1.- Obras comprendidas.**

El presente Pliego se refiere a todas las obras definidas en el proyecto, que figuran agrupadas en los siguientes conceptos:

- Explanación
- Pavimentación
- Saneamiento
- Abastecimiento de Agua.
- Obras accesorias o auxiliares e imprevistas.

### **2.2.- Explanación.**

Las obras de explanación comprenden la ejecución de los desmontes y terraplenes correspondientes a los viales de la nueva Urbanización.

### **2.3.- Pavimentación.**

Corresponden estas obras al afirmado de las calles, accesos y aparcamientos, con sus diferentes capas de sub - base, base y capas de rodadura, así como la colocación de bordillos, acerados, adoquinados, alcorques y señalización en general.

## **2.4.-Saneamiento.**

Comprende todas las obras de tierra y conducciones que forman la red de saneamiento propiamente dicha (zanjas, conductos y rellenos compactados), complementadas con los elementos necesarios para el servicio de la red (pozos de registro, sumideros, acometidas,....etc).

## **2.5.- Abastecimiento de agua.**

Incluye la ejecución completa de la red de distribución de agua potable basándose en conductos generales, canalizaciones secundarias y las correspondientes acometidas en cada una de las parcelas, todo ello proyectado con tuberías de fundición dúctil y de polietileno, con diferentes diámetros.

También se han previsto los dispositivos complementarios que permiten una explotación adecuada (hidrantes para incendios, válvulas de cierre y regulación, ventosas, desagües, bocas de riego, etc.).

Por último, en este mismo capítulo se proyecta un depósito para el abastecimiento de agua.

## **2.6.- Obras accesorias o auxiliares e imprevistas.**

El Contratista queda obligado a ejecutar las obras complementarias que resulten necesarias para la adecuada terminación de las obras, aunque las mismas no estén detalladas en el Proyecto.

La ejecución de las unidades de obra que no estuviesen definidas en el Proyecto se ajustará a las directrices y órdenes del Director Facultativo.

## **3.- CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES.**

### **3.1.- Normas generales.**

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobados por el Director de las obras

La manipulación de los materiales no deberá alterar sus características, tanto al transportarlos como durante su empleo.

La aceptación por parte del Director de la obra del lugar de extracción de los materiales, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de los mismos y al volumen explotable.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

### **3.2.-Material para terraplenes y rellenos.**

En el núcleo y cimiento de terraplén se emplearán suelos adecuados, según la clasificación del artículo 330 del PG – 3, en su redacción dada en la O.C. 326/00.

En los 50 cm de coronación del terraplén y en la coronación del relleno de las zanjas de las redes de distribución y saneamiento se emplearán suelos seleccionados según la misma clasificación anterior. En cualquier caso, dicha coronación será de suelo seleccionado según la clasificación del artículo 330 del PG – 3, en su redacción dada en la O.C. 326/00.

En el relleno de zanjas y en el relleno localizado en obras de fábrica, el tamaño máximo del árido empleado no excederá de 30 mm en los primeros 50 cm. sobre la conducción.

Cumplirá las siguientes condiciones:

- o No contendrá elementos o piedras de tamaño superior a diez centímetros (10 cm.) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor que el treinta y cinco por ciento (35%) en peso.
- o Su límite líquido será inferior a cuarenta (LL <40).
- o La densidad máxima Próctor Normal no será inferior a mil setecientos cincuenta kilos por metro cúbico (1.750 kg/m<sup>3</sup>).
- o El índice CBR será mayor de cinco (CBR > 5)
- o El hinchamiento medido en dicho ensayo será inferior al dos por ciento (2%).
- o El contenido en materia orgánica será inferior al uno por ciento (1 %).

Todos lo rellenos localizados en zanjas y obras de fábrica serán compactados hasta un grado del 95 % del Proctor Modificado en general y del 100 % del P.M. en los 30 cm superiores.

Las características de las tierras, para su aceptación se comprobarán por una serie de ensayos que serán como mínimo los siguientes:

A) Por cada 2.500 m<sup>3</sup> de material:

- o 1 Próctor Modificado
- o 1 Granulométrico
- o 1 Materia orgánica

- o 1 Determinación de límites de Atterberg
- B) Por cada 5.000 m<sup>3</sup>:
- o 1 CBR de laboratorio

### 3.3.- Materiales a emplear en sub-base granular.

El material a emplear será Zahorra Artificial, compuesta por áridos artificiales procedentes de machaqueo, exentos de arcilla, margas u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica se ajustará a lo especificado en el artículo 501.1 del PG-3, en su redacción dada en la O.C. DE 30-9-02, debiendo estar la curva granulométrica comprendida dentro de los límites del huso ZA-25.

Tamices UNE	Cernido ponderal acumulado (%)	
	ZA (25)	ZA (20)
40	100	□
25	75-100	100
20	65-90	75-100
8	40-63	45-73
4	26-45	31-54
2	15-32	20-40
0,500	7-21	9-24
0,250	4-16	5-18
0,063	0-9	0-9

El coeficiente de Desgaste de Los Angeles será inferior a treinta y cinco (35).

El material será no plástico y su Equivalente de Arena será superior a treinta (30).

Las características de los materiales se comprobarán con los siguientes ensayos:

- A) Por cada 1.500 m<sup>3</sup> de material:
- o 1 Granulométrico
  - o 1 Equivalente de arena
- B) Por cada 3.000 m<sup>3</sup> de material:
- o 1 Proctor Modificado
  - o 1 CBR de laboratorio
  - o 1 Índice de lajas y 1 porcentaje de caras de fractura

- o 1 Determinación de límites de Atterberg
- o 1 Desgaste de los Angeles
- o 1 Coeficiente de limpieza superficial

### 3.4.- Materiales a emplear en la base granular.

El material a emplear será Zahorra Artificial, compuesta por áridos artificiales procedentes de machaqueo, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica se ajustará a lo especificado en el artículo 501.1 del PG-3, en su redacción dada por la O.C. de 30-9-02, debiendo estar la curva granulométrica comprendida dentro de los límites del huso ZA-20.

Tamices UNE	Cernido ponderal acumulado (%)	
	ZA (25)	ZA (20)
40	100	-
25	75-100	100
20	65-90	75-100
8	40-63	45-73
4	26-45	31-54
2	15-32	20-40
0,500	7-21	9-24
0,250	4-16	5-18
0,063	0-9	0-9

El coeficiente de desgaste, será inferior a treinta y cinco (35).

El material será no plástico y su Equivalencia de Arena superior a treinta (30).

Las características de los materiales se comprobarán con los siguientes ensayos:

A) Por cada 750 m<sup>3</sup> de material:

- o 1 Granulométrico
- o 1 Equivalente de arena

B) Por cada 1.500 m<sup>3</sup>. de material:

- o 1 Proctor Modificado

- 1 Determinación de límites de Atterberg
- 1 Índice de lajas y 1 porcentaje de caras de fractura
- 1 CBR de laboratorio
- 1 Desgaste de Los Angeles
- 1 Coeficiente de limpieza superficial

### **3.5.- Agua.**

El agua para confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98).

La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Director de la obra.

Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica, se realizará un análisis químico.

### **3.6.- Cemento.**

El cemento satisfará las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas para la recepción de cementos en las obras de carácter oficial y en la Instrucción de Hormigón Estructural. Además el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a este se le exigen en la citada Instrucción.

A su recepción en obra, cada partida de cemento se someterá a una serie completa de ensayos, que serán indicados por el Director de la obra. Los resultados merecerán la aprobación de este.

### **3.7.- Áridos para hormigones.**

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98).

Los áridos, una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. El Director de la obra podrá precisar la capacidad de almacenamiento de las diferentes categorías de áridos teniendo en cuenta el ritmo de hormigonado. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que los finos que se puedan acumular sobre el área de almacenamiento o silos, no puedan entrar a formar parte de los hormigones.

Los áridos más finos serán almacenados al abrigo de la lluvia y el Director de la obra fijará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

Los tamaños máximos del árido serán siempre tales que permitan una buena colocación del hormigón. Estarán en consonancia con el poder de compactación de los vibradores que se utilicen.

Los tamaños máximos del árido serán de 80 mm. para espesores que sobrepasen los sesenta centímetros y de cuarenta milímetros cuando los espesores sean más reducidos y en el hormigón para armar.

Los áridos para la confección de hormigones deberán clasificarse por lo menos en tres tamaños, los cuales, salvo que el Director de la obra autorizase otra cosa, serán:

- o Entre cero y cinco milímetros (0 - 5 mm.).
- o Entre cinco y veinticinco milímetros (5-25 mm.).
- o Mayor de veinticinco milímetros (25 mm.).

Se realizarán los ensayos correspondientes para cada partida de áridos de procedencia distinta, debiendo realizarse al menos una serie completa de ensayos como mínimo para cada tamaño de clasificación. El tipo y forma de realizar cada ensayo lo fijará el Director de la obra el cual deberá dar su aprobación a los resultados obtenidos.

### **3.8.- Productos de adición a los hormigones.**

Podrán utilizarse, con autorización previa del Director de la obra, plastificantes y aceleradores del fraguado, si la correcta ejecución de las obras lo aconseja. Para ello se exigirá al Contratista que realice una serie completa de ensayos sobre probetas con el aditivo que se pretenda utilizar, comprobándose en que medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados. En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

- Que la resistencia y la densidad sean iguales o mayores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivos.
- Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras.
- Que no disminuya la resistencia a las heladas.

### **3.9.- Madera para encofrado.**

La madera que se emplee en encofrados será de pino rojo o cualquier otra de buena calidad que merezca la aprobación del Director de la obra.

### **3.10.- Cimbras, medios auxiliares y apeos.**

La disposición de las cimbras, medios auxiliares y apeos será propuesta por el Contratista entre los tipos normales en el mercado (autoportantes, tubulares, etc.) debidamente justificada para su aprobación por el Director de la obra.



La madera que se destine a la entibación de zanjas, cimbras, andamios y demás elementos auxiliares no tendrá otra limitación que la de ser sana y con dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de la obra y la vida de los obreros que en ella trabajan.

### **3.11.- Redondos para armaduras.**

El acero a emplear en las armaduras del hormigón armado estará formado por barras corrugadas y deberán cumplir las especificaciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-98).

Los redondos estarán exentos de pelos, grietas sopladuras, mermas de sección u otros defectos perjudiciales a la resistencia del acero.

Las barras en que se aprecien defectos de laminación, falta de homogeneidad, manchas debidas a impurezas, grietas o cualquier otro defecto, serán desechadas sin necesidad de someterlas a ninguna clase de prueba.

A la llegada a obra de cada partida, se exigirá garantía del fabricante de que las barras cumplen las exigencias citada anteriormente.

### **3.12.- Ladrillos y piezas cerámicas.**

No deberán tener cal, piedras, ni otras impurezas, estarán cocidos, serán duros, homogéneos y sus aristas no presentarán deformaciones. Al romperse deberán presentar una contextura uniforme de grano fino.

No habrán de secarse rápidamente, exfoliarse, presentar eflorescencias bajo la acción de los agente atmosféricos ni ser dañados por el fuego. Deberán dar sonido metálico al golpearlos y absorber una cantidad de agua menor que el catorce por ciento (14%) de su peso después de un día de inmersión.

La resistencia mínima a compresión será de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 Kg/cm<sup>2</sup>) y se determinará de acuerdo con la norma UNE 7059.

### **3.13.- Sumideros y acometidas.**

Los tubos para la realización de sumideros y acometidas a parcela serán de P.V.C., elaborados a partir de resina de cloruro de polivinilo pura, obtenida por el proceso de suspensión y mezcla posterior extruida. Presentará exteriormente una superficie corrugada y lisa la superficie interior.

Los tubos vendrán definidos por su diámetro exterior y su espesor o por el diámetro exterior y el interior expresados en milímetros, la longitud en metros y por su resistencia mecánica. Será de tipo liso según UNE – 53112 y cumplirán las condiciones técnicas y de suministro, según las Normas DIN – 8061 Y 8062.

Para los tubos de P.V.C. se admiten las siguientes tolerancias: en el diámetro exterior, inferior al dos coma cinco por ciento (2,5%); y en el espesor inferior al diez por ciento (10%). La densidad del material estará comprendida entre uno coma treinta y cinco (1,35) y uno coma cincuenta y dos (1,52).

Los tubos se unirán entre ellos mediante una junta elástica colocada en el valle de la corruga en el extremo de uno de los tubos al introducirse en la copa del otro tubo.

### **3.14.- Tubos de P.V.C. corrugado.**

Tubo flexible, extrusionado de P.V.C. de doble pared, con un extremo liso y biselado y el otro abocardado. Si el tubo es para unión elástica en el interior de la abocardadura habrá una junta de goma.

La superficie no tendrá fisuras y será de color uniforme.

Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas.

Las juntas serán estancas según los ensayos prescritos en la UNE 53-114.

Superará los ensayos de la Norma ASTM F949.

La rigidez circunferencial RCE será de 8 KN/m<sup>2</sup>.

### **3.16.- Tubos de polietileno.**

Los tubos de polietileno cumplirán lo especificado en el apartado 2.23 del artículo 2 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua del Ministerio de Obras Públicas.

Los espesores de los tubos cumplirán el cuadro 8.4.7.c del referido pliego de condiciones del Ministerio de Obras Públicas. Y en términos generales todo lo referente a las tuberías de polietileno de alta densidad del artículo 8.

### **3.17.- Piezas especiales.**

Son las siguientes: Tes, terminales, manguitos, curvas, conos de reducción, placas de reducción, carretes de anclaje, carretes de desmontaje, bridas ciegas y entradas de hombre.

Las cruces quedan prohibidos utilizándose dos tes, puestas una a continuación de la otra, se instalarán con algún trozo de tubo intermedio, si fuera necesario.

Para diámetros de 600 mm e inferiores, podrán ser de fundición gris normal, reforzadas, mientras las fábricas españolas no pueden producirlas en fundición dúctil. Llegado el momento de su posible fabricación, deberán ser de fundición dúctil.

Para diámetros superiores a 600 mm. deberán ser de fundición dúctil siempre que se fabriquen y excepcionalmente de palastro revestido interiormente con mortero de cemento, con armadura o mallazo y exteriormente con una capa de mortero que envolverá a una armadura de sujeción o resistencia, solidaria al palastro, o bien con capas de pintura epoxi, después de haber tratado exteriormente el palastro con chorro de arena.

Todas las piezas especiales se probarán en fábrica a una presión hidráulica de 32 kg/cm<sup>2</sup>

#### 3.17.1.- TES

Son piezas para derivaciones, colocación de desagües, ventosas, entradas de hombre, etc. Normalmente serán de enchufes en los dos extremos, con salida de brida.

#### 3.17.2.- TERMINALES

Son piezas para la unión de la tubería con elementos de bridas, tes, llaves, carretes de anclaje y de desmontaje, etc.

Son de brida en un extremo y de enchufe o cordón en el otro

#### 3.17.3.- MANGUITOS

Sirven para unir trozos de dos cordones y se emplean constantemente en las reparaciones.

Son piezas de enchufes en los dos extremos.

Los manguitos pueden ser rectos y curvos siendo estos de cambios de alineación: de 1/4, 1/8, 11/6 y 1/32 de circunferencia. Son piezas de enchufes en los dos extremos.

#### 3.17.4.- CONOS DE REDUCCIÓN

Para cambios de diámetro.

Normalmente de enchufes en los dos extremos.

### 3.17.5.- PLACAS DE REDUCCIÓN

Se emplean aplicadas a las bridas de las tes y de los terminales, para atornillar bridas de otras piezas de menor diámetro.

### 3.17.6.-CARRETES DE ANCLAJE

Son tubos de bridas en sus dos extremos, con estrías, transversales, para facilitar el anclaje de las válvulas a las que van adosados, o de los testereros.

### 3.17.7.- CARRETES DE DESMONTAJE

Son piezas telescópicas, de forma que una vez instalado el conjunto de tubería, válvulas y carretes, permitan sacar o introducir las válvulas sin ningún impedimento.

El material deberá ser de acero inoxidable y la estanqueidad se consigue por medio de una goma comprimida sobre las partes metálicas.

### 3.17.8.- BRIDAS CIEGAS (TESTEROS)

Son tapones o finales de las tuberías, embridados a elementos con bridas.

Para la posible prolongación de la tubería, en el futuro, y supresión de estos testereros deben formarse por un carrete de anclaje, al cual se atornilla la brida ciega, que queda libre para poder desmontar y continuar la instalación de tubería.

### 3.17.9.- ENTRADAS DE HOMBRE

Para la inspección interior de tuberías de gran diámetro, por lo menos de 600, se dejan estas entradas formadas por tes y brida ciega.

El diámetro de entrada no será inferior a 500 mm.

## **3.18.- Válvulas para las tuberías.**

### 3.18.1.- VÁLVULAS DE COMPUERTA

Las válvulas de compuerta serán del modelo normal plano (tipo inglés), con husillo fijo, estando constituidas por cuerpo, tapa y obturador o lenteja de hierro o acero fundido, fundición dúctil o palastro.

En el interior del cuerpo y tapa, el obturador se moverá con movimiento de traslación, accionado por un mecanismo de volante, husillo y tuerca.

El obturador estará formado por dos discos fundidos en una sola pieza, con doble cara, ambas guarnecidas en todo su contorno, con aros de bronce fundidos, teniendo una acentuada conicidad. Los cuerpos irán provistos también de aros de bronce, que se corresponderán con los del obturador en su posición de cierre.

Se podrán aceptar estos obturadores con junta de cierre elástico.

El movimiento de traslación estará cuidado por fuertes nervios y guías de fundición

El ajuste y la mecanización deben ejecutarse con la mayor exactitud, para el cierre estanco de la válvula.

Los husillos serán rígidos, de acero inoxidable, roscados en máquinas de fresar, lo mismo que las tuercas de bronce fundido, con rosca trapecial o a un solo filete. El husillo se prolongará por fuera de la prensa, a fin de que a su extremo se aplique el volante de maniobra.

Entre la tapa y el husillo se colocara el tejuelo, para impedir el movimiento longitudinal del husillo.

Los cuerpos de las válvulas dispondrán de bridas (normas DIN-2.533 P.N. 16 para las de fundición y UNE 19.182 P.N. 16 para las de acero), para 32 kg/cm<sup>2</sup> de prueba en fábrica.

La unión de las válvulas, a base de bridas, con la tubería se efectuará intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro.

El cierre de estas válvulas se obtendrá girando el volante a izquierdas, contrario al giro de las agujas del reloj.

Su calidad y dimensionado deben ser tales, que soporten las presiones de prueba que se definen más adelante.

Normalmente, se emplearán en diámetros de 450 mm. e inferiores.

Para facilitar en la sustitución de las válvulas existentes en la red, la distancia exterior entre bridas deberá ser aproximadamente la siguiente:

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Distancia (mm)</b>
80	240
100	241
125	250

150	260
200	315
250	375
300	395
350	431
400	475
450	505
500	510
600	545

Las pequeñas diferencias deberán poder ser absorbidas por los carretes de desmontaje.

Todo el material de fundición o acero, será protegido con capas de imprimación intermedias y acabado a base de alquitrán.

### 3.19.- Ventosas.

El material en que deberán ser construidas será de acero inoxidable de calidad 18/8.

Deberán ir provistas de deflectores de aire y su dispositivo será tal que, al llenar la tubería con el caudal máximo previsto, la velocidad del aire que se expulsa por la ventosa, no cierre la misma, lo cual sólo deberá ocurrir cuando esté totalmente llena de agua la tubería y vaciado todo el aire. El cierre de la ventosa se hará con metal sobre goma.

La ventosa deberá ir provista de un dispositivo de purga manual, de forma que cerrando la válvula que la aísla de la tubería y abriendo dicho dispositivo, quede la ventosa sin presión y en la misma posición inicial que tenía antes de llenar de agua la tubería.

Se colocarán en los puntos altos de la tubería y adosadas a las válvulas de corte, del lado en que la tubería desciende. Su colocación será obligatoria en tuberías de 300 mm. de diámetro y superiores.

En ciertos casos, las ventosas deberán ir provistas de purgadores sónicos, de tipo similar a las Neyrpic, para poder expulsar pequeñas cantidades de aire que se produzcan en el interior de las tuberías.

Los diámetros mínimos de las ventosas serán los siguientes:

<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Diámetro ventosa (mm)</b>
350 e inferiores	80
400, 450 y 500	100

550, 600 y 700	150
800, 900 y 1000	200
1200 y 1400	300
1600 y superiores	400

Entre la ventosa y la tubería se colocará la correspondiente válvula de compuerta embridada a las mismas.

### 3.20.- Desagües.

Para el vaciado de la tubería se dispondrán desagües, formados por una Te con salida de brida en la parte inferior de la tubería, a continuación de la cual y mediante las correspondientes piezas especiales, se colocará una válvula de compuerta o de mariposa. Después de esta válvula se instalará la tubería de desagüe hasta llegar al alcantarillado o vaguada del terreno.

En diámetros de las tuberías, superiores a 600 mm. y también en los desagües de fondo, se colocarán dos válvulas: una de compuerta y a continuación una de mariposa, con el fin de que, en caso de avería de la válvula de mariposa pueda cerrarse las válvulas de compuerta y poder reparar la otra, sin necesidad de vaciar completamente la tubería.

Como norma general se adoptarán los siguientes diámetros:

<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Diámetro del desagüe (mm)</b>
200 e inferiores	80
250, 300 y 350	100
400 a 600 inclusive	150
700 a 1000 inclusive	200
1200 a 1600 inclusive	300
Superiores a 1600	400

### 3.21.- Bocas de riego.

Las bocas de riego responderán al tipo normalizado por el Ayuntamiento. La boquilla de acoplamiento de la manga deberá estar unida al cuerpo de la boca mediante pasadores roscados con tuerca a fin de que dicha boquilla sea fácilmente sustituible.

En todo caso deberá someterse a la consideración del Director de la obra una boca de riego completa, a fin de que este autorice la adquisición de la totalidad, si estima que reúne las condiciones precisas.

### 3.22.- Hidrantes.

Se ajustarán al modelo normalizado por el Ayuntamiento.

Deberá presentarse al Director de la obra un hidrante completo para su aprobación.

Su boquilla, deberá ser fácilmente sustituible, a cuyo fin deberá ir acoplada al cuerpo del hidrante, por medio del tornillaje adecuado.

### **3.23.- Llaves de paso.**

Cumplirán las condiciones descritas en el Pliego T.E.C. debiendo el Contratista, antes de adquirirlas, someter la aprobación del modelo en cuestión a juicio del Director de la obra.

En general, todos los materiales que les correspondan serán de primera calidad, y la llave o pieza especial en SI reunirá las máximas garantías.

### **3.24.- Goma para juntas.**

La goma natural para las juntas deberá ser homogénea absolutamente exenta de trozos de goma recuperada, y tener una densidad no superior a 1,1 Kg/dm<sup>3</sup>.

El contenido de goma vegetal en bruto de calidad elegida (Crepp o Smoked tipo RMA Y X) no deberá ser inferior al 75% en volumen, aún cuando preferiblemente deberá alcanzar un porcentaje superior.

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 Kubre y combinado no superará el dos por ciento (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 cloroformico no deberá ser superior al 2% y el extracto en potasa alcohólica y la carga deberán estar contenidos en el porcentaje que resulte por diferencia.

Aparte de los antienviejecedores, las cargas deberán estar compuestas de óxido de cinc puro y de negro de humo puro también, siendo tolerado de un modo impalpable a carbonato cálcico.

Las piezas de goma deberán tratarse con antienviejecedor 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 conducciones de agua potable, las sustancias que pudieran alterar las propiedades organolépticas del agua no serán admitidas en la composición de la goma.

La prueba de dureza se efectuará con durómetro Shore, a la temperatura de 200C y con arreglo a normas aprobadas, y deberá dar dureza de 50.

El alargamiento a la rotura no será inferior a 425%, efectuado con arreglo a las normas aprobadas.

La carga de rotura referida a la sección inicial no será inferior a 1500 g/mm<sup>2</sup>. La carga unitaria referida a la sección correspondiente al alargamiento del 400% será no inferior a los 300 g/mm<sup>2</sup>.

A efectos de deformación permanente una junta o parte de ella será sometida entre dos moldeos, veinticuatro horas a 200C 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 700C 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 780C en estufa con ambiente normal, se obtendrá los mismos resultados sobre las juntas indicadas anteriormente, con tolerancias inferiores al 10%.

### **3.25.- Materiales para tapas y pates para registros.**

Las tapas metálicas para registros irán provistas de refuerzos, bisagras, cerraduras sólidas y deberán ajustarse bien a sus marcos. Todas ellas serán de fundición dúctil de resistencia 400 kN (Clase D), salvo las que se sitúen en zonas ajardinadas a donde no se prevea el paso de vehículos, ni siquiera de forma accidental, que podrán ser de resistencia 250 kN (clase C)

Las tapas de hormigón armado deberán tener un dispositivo para su fácil levantamiento, y presentar buen ajuste sobre sus marcos.

Los pates para bajada serán de propileno con alma de acero prefabricados de 320 mm de ancho por 250 mm de fondo y 30 mm de diámetro, que se empotrarán en las fábricas.

Las tapas metálicas se pintarán con arreglo a las prescripciones del presente Pliego.

### **3.26.- Bordillos.**

Los bordillos serán prefabricados de hormigón, doble capa, con las dimensiones marcadas en planos. Cumplirán la norma UNE 127-025.99 y serán de la clase R 6 que define dicha norma.

La sección transversal de los bordillos curvos serán la misma que la de los rectos y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en el que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m.) excepto en las piezas curvas que será de cincuenta cm. (50 cm.).

En los pasos de peatones se instalarán bordillos tipo “C 3 – Barbacana”, según la citada norma UNE.

La tolerancia admisible sobre las dimensiones básicas de la pieza será de  $\pm 0,5$  cm. en longitud y en altura y de  $\pm 0.3$  cm en anchura

La resistencia a flexión será igual o superior a 6 MPa (N/mm<sup>2</sup>), según la citada norma UNE.

El coeficiente de absorción de agua Ca, determinado según la Norma UNE 127-025.99, no sobrepasará los siguientes valores:

- o Valor medio: 9 % en masa.
- o Valor Unitario :11 % en masa.

La resistencia mínima a compresión, medida como media de tres probetas correspondientes a distintos bordillos, será de 250 Kp/cm<sup>2</sup> (25 MPa).

La extracción y conservación de probetas se hará de acuerdo a la UNE 83.302.

Desgaste por rozamiento:

- o Recorrido: 1000 m
- o Presión 0,6 Kg./cm
- o Abrasivo: Carborundo 1 gr./cm en vía húmeda

Desgaste medido en pérdida de altura, menor de 2,5 mm.

El material no podrá ser suministrado antes de los 7 días de su fecha de fabricación, si bien se deberá tener en cuenta la fecha marcada en los bordillos a partir de la cual garantiza el fabricante su resistencia.

De entre los bordillos entregados durante una jornada, se tomarán al azar, y en una misma operación, 10 unidades.

Si entre ellas no aparece ninguna defectuosa, la partida queda 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.

#### **A) Toma de muestras para el control de recepción del lote**

Tamaño del lote: Estará formado por 1000 piezas o fracción, procedentes de una misma fabricación.

Tamaño de la muestra: Estará formada por los bordillos o ríngolas necesarios para la realización, por triplicado, de la totalidad de los ensayos contemplados en esta norma (9 unidades).

Tomas de muestras: El lugar donde se realice el muestreo será objeto de acuerdo entre la Contrata y el Director de Obra.

Se tomarán al azar, de las piezas que componen el lote, y hayan superado el control de aspecto, en una misma operación, 3 unidades por cada lote de 1000 piezas o fracción, por serie de ensayos (9 en total).

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 resistencia a flexión.

#### **B) Condiciones de aceptación o rechazo**

Las condiciones de recepción de los elementos contemplados en el presente artículo serán las expuestas a continuación:

El receptor realizará, si así lo desea, total o parcialmente los ensayos establecidos anteriormente pero se deberá tener en cuenta la fecha a partir de la cual el fabricante garantiza la resistencia a flexión.

Los ensayos que vayan a realizarse deberán comenzar tan pronto como sea posible, y nunca más tarde de treinta días a partir de la fecha de entrega.

La designación del laboratorio se efectuará por mutuo acuerdo entre la Contrata y la Dirección de Obra.

También se fijarán de mutuo acuerdo la fecha de la toma de muestras y la de los ensayos, en los que el fabricante podrá estar presente o representado.

Las comprobaciones y ensayos así como la recepción podrán ser también realizadas en las instalaciones de fabricante con consentimiento del Director de Obra.

La Contrata deberá comunicar al suministrador su disconformidad o reparo inmediatamente después de conocer el resultado de los ensayos.

Si se procediese a la colocación de los bordillos antes de realizar los ensayos, se entiende que la Contrata presta su total conformidad a los materiales ya colocados.

Si los resultados de los ensayos realizados sobre cada lote son todos satisfactorios, el suministro es aceptado.

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. Estos ensayos también se realizarán en un laboratorio seleccionado de común acuerdo entre la Contrata y el Director de Obra, debiendo haber transcurrido el tiempo mínimo de los días indicados entre paréntesis en el marcado de la pieza, si el ensayo es de flexión.

Si estos controles complementarios son satisfactorios el lote es aceptado y si no lo son será rechazado.

### **3.27.- Ensayos.**

La clase, tipo y número de ensayos a realizar para la aprobación de las procedencias de los materiales, serán fijados en cada caso por el Director de la obra.

Una vez fijadas las procedencias de los materiales, la calidad de los mismos será controlada periódicamente durante la ejecución de los trabajos mediante ensayos cuyo tipo y frecuencia fijará el Director de la obra, quien podrá realizarlos por si mismo o, si lo considera más conveniente, por medio de un Laboratorio Técnico homologado siguiendo las normas y especificaciones que se hayan formulado en este Pliego y en su defecto, por las que el Director de la obra o el Laboratorio consideren más apropiado a cada caso.

El Contratista podrá presenciar los análisis, ensayos y pruebas que designe la Dirección de la Obra bien personalmente o delegando en otra persona.

De los análisis, ensayos y pruebas realizados en el Laboratorio Técnico darán fe las certificaciones expedidas por su Director.

Será de obligación del Contratista avisar al Director de la obra con antelación suficiente del acopio de los materiales que pretenden utilizar en la obra, para que puedan ser realizados a tiempo los oportunos ensayos. Asimismo suministrará a sus expensas, las cantidades de material necesarias para realizar los exámenes y ensayos que ordene el Director de la obra para la aceptación de procedencias y para el control periódico de la calidad.

Todos los gastos que se originen con motivo de estos ensayos, análisis y pruebas, hasta un importe máximo del UNO por ciento del presupuesto de Ejecución Material de la obra, sin considerar la baja de la subasta, serán de cuenta del Contratista quien pondrá a disposición del Director de la Obra si este así lo decide, los aparatos necesarios, en Laboratorio montado al efecto, para determinar las principales características de cementos, hormigones y demás materiales que se hayan de utilizar en la obra. Los gastos de los ensayos se consideran incluidos en los correspondientes precios unitarios.

En el caso de que los resultados de los ensayos fuesen desfavorables, el Director de la obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada o ejecutar un control más detallado del material en examen y, a la vista del resultado de los nuevos ensayos, decidirá sobre la aceptación total o parcial del material, o su rechazo.

Todo el material que haya sido rechazado, será retirado de la obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director.

Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o aprobados por el Director de la Obra podrá ser considerado como defectuoso.

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **1.1. Introducción.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.2. Derechos y obligaciones.**

##### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

### 1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.



- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. Servicios de prevención.**

#### 1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### 1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

## **1.4. Consulta y participación de los trabajadores.**

### 1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### 1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### 1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## 2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

### **2.1. Introducción.**

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

## **2.2. Obligaciones del empresario.**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

### 2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se



efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

### 2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### 2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

### 2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Areas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Areas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### 2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

#### 2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

### **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

#### **3.1. Introducción.**

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

#### **3.2. Obligación general del empresario.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para las señalizaciones de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

#### **4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

##### **4.1. Introducción.**

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

## **4.2. Obligación general del empresario.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### 4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### 4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.



Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### 4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

### **5.1. Introducción.**

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **5.2. Estudio básico de seguridad y salud.**

### 5.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.

- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la

ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### 5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

#### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.



Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

### Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriestrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

### Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonces, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

#### Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

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

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.



El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

#### Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

#### 5.2.4. MEDIDAS ESPECIFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el

interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

### **5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las

previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

## **6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

### **6.1. Introducción.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **6.2. Obligaciones generales del empresario.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.

- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### 6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

#### 6.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.

- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.



## **PRESUPUESTO.**

### **Presupuesto de ejecución material**

---

1 TOMA DE DATOS	1.013,28
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	420.618,08
3 RED DE SANEAMIENTO	449.388,62
4 RED DE ABASTECIMIENTO	361.510,51
5 PAVIMENTACIÓN	1.229.908,75
6 SEÑALIZACIÓN	13.509,08
Total.....:	<u>2.475.948,32</u>

**Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.**

## **CONCLUSIONES**

En el presente proyecto se ha reflejado todo el proceso de cálculo, la normativa y las condiciones que hay que cumplir para el diseño de una red de saneamiento y otra de abastecimiento de agua para un polígono industrial.

Para el diseño de la red de saneamiento se han de tener en cuenta números detalles y se han de elegir de la mejor forma posible las características de la red para así obtener una red óptima que se ajuste a las necesidades: una red de evacuación rápida y de fácil mantenimiento.

Entre las características a elegir en una red de saneamiento están los materiales de las tuberías, los diámetros mínimos, si se diseña una red separativa o unitaria, las velocidades necesarias para evitar sedimentaciones y atascos futuros en las tuberías, etc.

Para el diseño de la red de abastecimiento hay que tener en cuenta la normativa ya que también es una red contra incendios por lo que hay que diseñar la red con previsión a futuros usos de los hidrantes para extinguir incendios.

Por ello ha sido necesaria la realización de un depósito de agua para que así siempre esté cubierta la extinción de incendios y además se asegure el suministro de agua durante todo el día.

No es tan fácil elegir de forma correcta todos y cada uno de los detalles de una red, que a simple vista, parece muy simple, ya que existen multitud de materiales y de recomendaciones que hay que tener en cuenta para la obtención de una red óptima, siempre intentando abaratar costes y obteniendo los mejores resultados.

Finalmente se puede afirmar que se han cumplido todos los objetivos fijados para este Trabajo de Fin de Grado, al haberse realizado, una descripción detallada y haber adoptado valores lo más reales posibles, para cada instalación y estudio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.
- Instrucción de hormigón estructura EHE-08.
- Instrucción para recepción de cementos RC-03.
- La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales
- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el "Pliego de prescripciones generales para tuberías de abastecimiento de agua".
- Orden Ministerial de la vivienda del 23/12/1975. Instalaciones de fontanería. NTE-IFA Abastecimiento.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones publicadas por el MOPU en 1976.
- Norma Tecnológica Española sobre Alcantarillado (NTE-ISA, ORDEN de 6 de marzo de 1973, BOE 17 de marzo de 1973, num. 66, pag.5312)
- Norma UNE-EN-752
- Normas UNE sobre materiales, instalación y prueba en obra (UNE-EN 1.610)
- Instrucción de hormigón estructura EHE-08.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de agua.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Fichas técnicas de los materiales a utilizar.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones, aprobado por O.M. de 15 de Septiembre de 1986 (B.O.E. 23 de Septiembre de 1986).
- Luis Jesús Arizmendi (1995). *Instalaciones Urbanas: infraestructura y planeamiento*. Bellisco.
- Ernest W.Steel (1981). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Gustavo Gili.
- Jaime Arviza Valverde, Ibán Balbastre Peralta, Pablo González Altozano (2002). *Ingeniería rural: hidráulica*. Universidad Politécnica de Valencia.
- P. J. Montoya, A.G.Meseguer, F. Morán. (2000) *Hormigón Armado* Gustavo Gili.
- Ernest W.Steel (1981). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Gustavo Gili.
- Aurelio Hernandez Muñoz (2007). *Saneamiento y Alcantarillado: vertidos de aguas residuales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos.
- Metcalf & Eddy (1995). *Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo*. McGraw-Hill.
- Chow, V.T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill.