7.7. Instalaciones de evacuación de aguas.

En el cálculo de la instalación de recogida aguas se distinguen dos tipos:

- Recogida de aguas pluviales.
- Recogida de aguas fecales.

En el cálculo de ambas instalaciones está basado principalmente en la NTE-ISS: Saneamiento. El ámbito de aplicación de esta norma para el cálculo de una red de evacuación de aguas pluviales y residuales, desde los aparatos sanitarios y puntos de recogida de aguas de lluvia hasta la acometida a la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración.

Para el cálculo de los colectores se ha usado las fórmulas y tablas del libro Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento.

7.7.1. Criterios de diseño.

Se tendrán en cuenta los primeros 5 puntos de la ISS en su apartado 3. Los puntos restantes no aplican a nuestra instalación.

Dado que nuestra nave dispondrá de fosa séptica, se utilizarán dos redes independientes, una para las aguas pluviales y otra para las aguas residuales exclusivamente.

7.7.2. Instalación de recogida de aguas pluviales.

Los componentes de la instalación de recogida de aguas de lluvia son:

- **Canalones**. Del tejado se colecta el agua mediante los canalones.
- **Bajantes**. Con éstos se conducen las aguas desde el tejado hasta el suelo.
- **Arquetas**. El agua de los bajantes se recoge en las arquetas.
- **Colectores**. Cumplen la función de unir las arquetas.

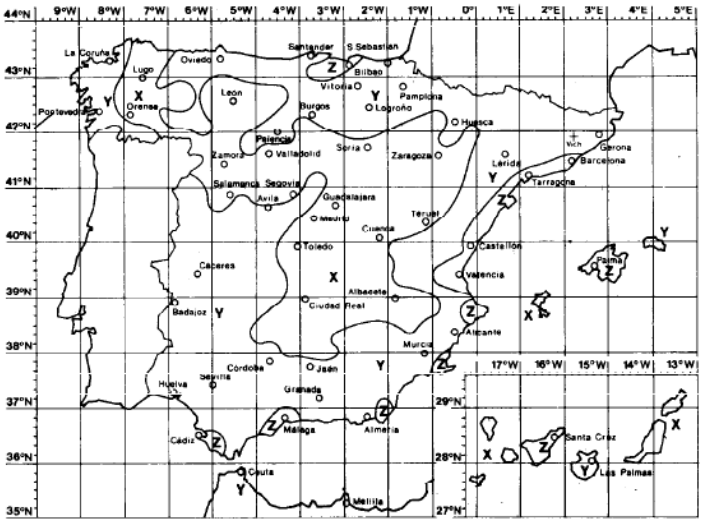
Finalmente el agua de los colectores se unirá en una arqueta común con las aguas residuales.

Para el cálculo de los diferentes elementos se hará según el apartado 1 de la sección de cálculo de la ISS: Saneamiento.

El diámetro D preciso en cada una de las derivaciones se determina según la tabla 1, a partir de:

1. Zona pluviométrica del edificio (X, Y o Z). Ver mapa adjunto.
2. Superficie de cubierta que se evacua por el tramo en estudio.
3. Nº de aparatos de evacuación por cada tramo. Para aguas pluviales este número ha de ser 0.
4. Pendiente de la tubería en dicho tramo.

Según el mapa adjunto, el Puerto de Santa María, lugar de ubicación de la nave, corresponde a la zona Z.



En primer lugar se recoge el agua de lluvia de la nave principal. Este agua confluye en una arqueta. A esta arqueta va a parar también el agua de la vertiente de tejado de la nave de oficinas más cercana a la nave. Este agua va a una segunda arqueta donde confluye el agua de lluvia de la otra vertiente del tejado de la nave de oficinas.

La superficie total de la cubierta de la nave principal es de 2000 m^2; se dispondrán 16 canalones y 16 bajantes para evacuar el agua de lluvia.

- Para cada canalón, según la tabla 1 de la ISS:

Área	125 m^2
Zona pluviométrica	Z
Pendiente	3 %
Número de aparatos, excepto inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Número de inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Diámetro (según tabla 1 ISS)	150 mm

Se muestra para este caso la tabla 1 de la ISS.

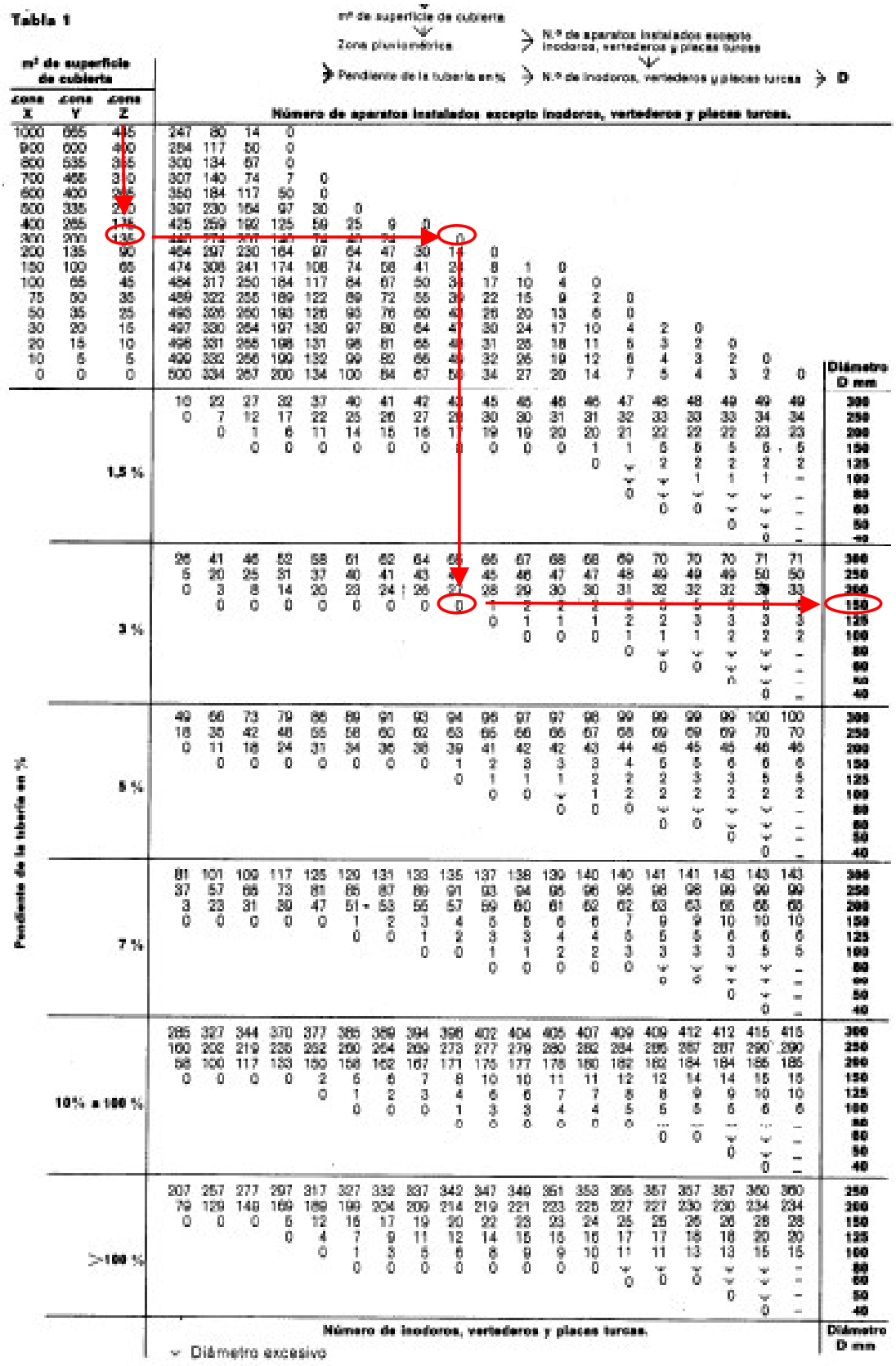


Tabla 1

m² de superficie de cubierta

Zona pluviométrica

Pendiente de la tubería en %

N.º de aparatos instalados excepto inodoros, vertederos y placas turcas

N.º de inodoros, vertederos y placas turcas

D

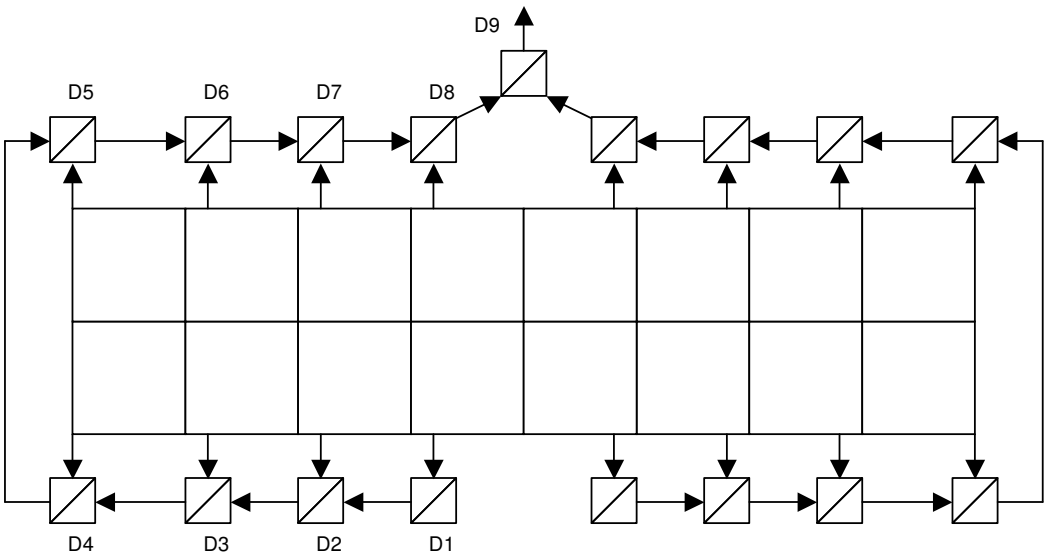
m² de superficie de cubierta			Número de aparatos instalados excepto inodoros, vertederos y placas turcas.																				Diámetro D mm
zona X	zona Y	zona Z																					
1000	655	415	247	80	14	0																	
900	600	400	284	117	50	0																	
800	535	365	300	134	67	0																	
700	465	310	307	140	74	7	0																
600	400	265	350	184	117	50	0																
500	335	220	397	230	164	97	30	0															
400	265	175	425	259	192	125	59	25	9	0													
300	200	135	445	274	207	145	72	45	22	6	0												
200	135	90	464	297	230	164	97	64	47	30	14	0											
150	100	65	474	308	241	174	108	74	58	41	24	8	1	0									
100	65	45	484	317	250	184	117	84	67	50	34	17	10	4	0								
75	50	35	489	322	255	189	122	89	72	55	39	22	15	9	2	0							
50	35	25	495	326	260	193	126	93	76	60	43	26	20	13	6	0							
30	20	15	497	330	264	197	130	97	80	64	47	30	24	17	10	4	2	0					
20	15	10	498	331	265	198	131	98	81	65	48	31	28	18	11	5	3	2	0				
10	5	5	499	332	266	199	132	99	82	66	49	32	26	19	12	6	4	3	2	0			
0	0	0	500	334	267	200	134	100	84	67	50	34	27	20	14	7	5	4	3	2	0		
Pendiente de la tubería en %	1,5 %		10	22	27	32	37	40	41	42	43	45	45	46	46	47	48	48	49	49	49		300
			0	7	12	17	22	25	26	27	28	30	30	31	31	32	33	33	33	34	34		250
				0	1	6	11	14	15	16	17	19	19	20	20	21	22	22	22	23	23		200
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	5	5	5		150
															0	<	2	2	2	2	2		125
																<	0	<	1	1	–		100
																0		0	<	<	–		80
																			0	<	–		60
																				0	–		50
																					–		40
	3 %		26	41	46	52	58	61	62	64	65	66	67	68	68	69	70	70	70	71	71		300
			5	20	25	31	37	40	41	43	44	45	46	47	47	48	49	49	49	50	50		250
			0	3	8	14	20	23	24	26	27	28	29	30	30	31	32	32	32	33	33		200
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	3	3	4	4		150
													0	1	1	2	2	3	3	3	3		125
														0	0	1	1	2	2	2	2		100
																0	0	<	<	<	–		80
																		>	<	<	–		60
																			0	<	–		50
																				0	–		40
	5 %		49	66	73	79	85	89	91	93	94	96	97	97	98	99	99	99	99	100	100		300
			16	35	42	48	55	58	60	62	63	65	66	67	67	68	69	69	69	70	70		250
			0	11	18	24	31	34	36	38	39	41	42	43	43	44	45	45	45	46	46		200
				0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	4	5	5	5	6	6		150
											0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	5		125
												0	0	1	1	2	2	2	3	3	3		100
														0	0	<	<	<	<	<	–		80
																0	0	>	<	<	–		60
																			0	<	–		50
																				0	–		40
	7 %		81	101	109	117	125	129	131	133	135	137	138	139	140	140	141	141	143	143	143		300
			37	57	65	73	81	85	87	89	91	93	94	95	96	96	96	96	96	99	99		250
			3	23	31	39	47	51	53	55	57	59	60	61	62	62	63	63	65	65	66		200
			0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	6	6	7	9	9	10	10	10		150
								0	0	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6		125
										0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	5	5		100
												0	0	0	0	<	<	<	<	<	–		80
																0	<	<	0	<	–		60
																				0	–		50
																					–		40
	10% a 100 %		285	327	344	370	377	385	389	394	398	402	404	405	407	409	409	412	412	415	415		300
			160	202	219	235	252	260	264	269	273	277	279	280	282	284	285	287	287	290	290		250
			66	100	117	133	150	158	162	167	171	175	177	178	180	182	182	184	184	186	186		200
			0	0	0	0	2	5	6	7	8	10	10	11	11	12	12	14	14	15	15		150
							0	1	2	3	4	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10		125
								0	0	0	1	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6		100
											0	0	0	0	0	<	<	<	<	<	–		80
																0	<	<	0	<	–		60
																				0	–		50
																					–		40
	>100 %		307	257	277	297	317	327	332	337	342	347	349	351	353	355	357	357	357	360	360		250
			79	129	149	169	189	199	204	209	214	219	221	223	225	227	227	230	230	234	234		200
			0	0	0	6	12	16	17	19	20	22	23	23	24	25	25	26	26	28	28		150
						0	4	7	9	11	12	14	15	15	16	17	17	18	18	20	20		125
							0	1	3	5	6	8	9	9	10	11	11	12	13	15	15		100
								0	0	0	0	0	0	0	0	<	<	<	<	<	–		80
																0	>	<	<	<	–		60
																			0	<	–		50
																				0	–		40
			Número de inodoros, vertederos y placas turcas.																				Diámetro D mm

< Diámetro excesivo

- Para cada bajante, según la tabla 1 de la ISS:

Área	125 m^2
Zona pluviométrica	Z
Pendiente	3 %
Número de aparatos, excepto inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Número de inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Diámetro (según tabla 1 ISS)	150 mm

- Para los colectores hay que tener en cuenta que el caudal de lluvia recogido es cada vez mayor. Cada tramo recoge una cantidad proveniente de 125 m^2 de tejado. Véase el esquema adjunto. Para el diseño se tendrá en cuenta las indicaciones del libro de Franco Martín.



Según éste, el agua de lluvia recogida en cada tramo se calcula a partir de la fórmula:

$$q = \frac{S \cdot I_m}{3600}$$

$$donde:$$

$$q: caudal\ de\ agua\ en \frac{l}{s}.$$

$$S: \text{sup}erficie\ de\ recogida\ en\ planta.$$

$$I_m: \text{int}ensidad\ maxima\ de\ lluvia\ a\ considerar\ en \frac{mm}{h}.$$

La intensidad máxima de lluvia es 160 mm/h para localidades de la zona II, según el siguiente mapa pluviométrico de España.

Para el cálculo del diámetro del colector se usa la tabla XX.5 del citado libro.

La pendiente considerada para todos los tramos es del 3%. La altura de calado es del 70 % (tuberías poco rugosas y juntas muy estancas).

Tramo	Área (m^2)	Q (l/s)	Mínimo diámetro del colector según tabla XX.5
D1	125	5,6	100[1]
D2	250	11,1	125[1]
D3	375	16,7	150
D4	500	22,2	150
D5	625	27,8	200
D6	750	33,3	200
D7	875	38,9	200
D8	1000	44,4	250
D9	2000	88,8	300

[1]Dado que el cálculo del tramo 1 obtenido es menor que el diámetro del bajante, se pondrá un diámetro del colector de 150 mm.

- Para las arquetas se tiene en cuenta la tabla 2 de la NTE-ISS. Allí se indican las dimensiones mínimas necesarias de la arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tramo	Mínimo diámetro del colector de salida	Dimensiones de la arqueta A x B
D1	150	51 x 38
D2	150	51 x 38
D3	150	51 x 38
D4	150	51 x 38
D5	200	51 x 51
D6	200	51 x 51
D7	200	51 x 51
D8	250	63 x 51
D9	300	63 x 63

Para la nave de oficinas:

La superficie total de la cubierta de la nave de oficinas es de 220 m^2; se dispondrán 4 canalones y 4 bajantes para evacuar el agua de lluvia. Se divide cada vertiente del tejado en dos mitades. Cada zona recogerá una superficie de 55 m^2.

- Para cada canalón:

Área	55 m^2
Zona pluviométrica	Z
Pendiente	3 %
Número de aparatos, excepto inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Número de inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Diámetro (según tabla 1 ISS)	100 mm

- Para cada bajante:

Área	55 m^2
Zona pluviométrica	Z
Pendiente	3 %
Número de aparatos, excepto inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Número de inodoros, vertederos y placas turcas.	0
Diámetro (según tabla 1 ISS)	100 mm

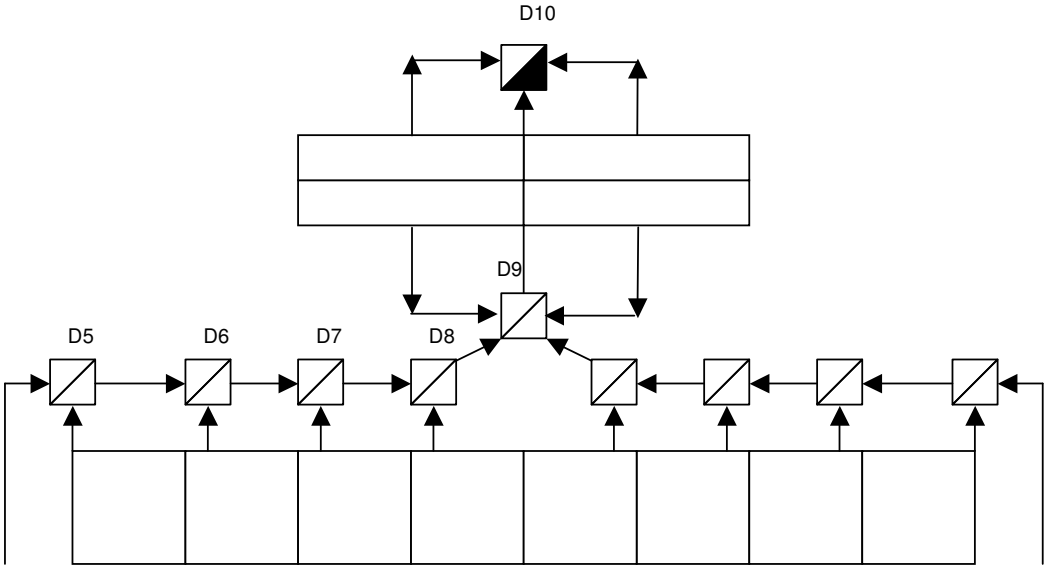
Dado que el colector D9 también incluirá el agua de la vertiente más cercana del edificio de oficinas, se debe volver a calcular este valor, observándose que no cambia el diámetro del colector.

Tramo	Área (m^2)	Q (l/s)	Mínimo diámetro del colector según tabla XX.5
D9	2110	92,77	300
D10	2220	98,66	300

Para las arquetas queda:

Tramo	Mínimo diámetro del colector de salida	Dimensiones de la arqueta A x B
D9	300	63 x 63
D10	300	63 x 63

La distribución final es la siguiente:



7.7.3. Instalación de recogida de aguas fecales.

El cálculo de la instalación de recogida de aguas fecales se realizará según indica la NTE-ISS: Saneamiento. El cálculo es análogo al usado para el diseño de la instalación de recogida de aguas pluviales.

La siguiente lista muestra los elementos de evacuación de la nave y su ubicación:

Dependencia	Aparato	Cantidad
SERVICIO MASCULINO	Lavabo	2
	Inodoro	2
SERVICIO FEMENINO	Lavabo	2
	Inodoro	2
DUCHAS HOMBRES	Lavabo	1
	Inodoro	1
	Duchas	2
DUCHAS MUJERES	Lavabo	1
	Inodoro	1
	Duchas	2

El diámetro del tubo de desagüe de cada uno de los aparatos citados más arriba se obtiene de la tabla XX.2 del libro Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento.

Aparato	Diámetro interior de desagüe (mm)
Lavabo	30
Ducha	35
Inodoro	100

Para el cálculo de cada uno de los tramos se tienen en cuenta la tabla 1 de la NTE-ISS, con la particularidad de que ahora se considera la intensidad de lluvia igual a cero.

El diámetro para los diferentes tramos queda de la siguiente manera:

Tramo	Pendiente	Número de aparatos, excepto inodoros, vertederos y placas turcas.	Número de inodoros, vertederos y placas turcas.	Diámetro (según tabla 1 NTE-ISS o según especificación del aparato)
D11	1.5 %	1	0	30
D12	1.5 %	2	0	40
D13	1.5 %	0	1	100
D14	1.5 %	2	2	125
D15	1.5 %	1	0	35
D16	1.5 %	0	1	100
D17	1.5 %	3	1	100
D18	3 %	5	3	150
D19	7 %	10	6	150

Finalmente queda el cálculo de la arqueta de registro, unión de las aguas pluviales y de las aguas fecales y del colector que va de esta arqueta al pozo de registro.

Este caso se calcula a partir de los caudales de descarga de las lluvias y de los caudales de las aguas fecales. El caudal total de agua de lluvia se calcula a través de la fórmula empleada más arriba:

$$q = \frac{S \cdot I_m}{3600}$$

En este caso, el área es 2220 m^2, siendo la intensidad máxima de lluvia 160 mm/h. Se obtiene:

$$q = \frac{2220 \cdot 160}{3600} = 98.66 \frac{l}{s}$$

Para el cálculo del caudal de las aguas fecales se utiliza la equivalencia entre el caudal y la unidad de descarga de cada uno de los aparatos. La unidad de descarga es una unidad base que engloba en su concepto el caudal y la simultaneidad o frecuencia de uso. La unidad de descarga es la de un lavabo de uso privado con tubería de salida de 30 mm de diámetro, y con frecuencia de uso máxima de 20 minutos.

Como las descargas pueden variar según el uso de la instalación, se establecen tres tipos de instalaciones en función de su utilización, teniendo cada aparato sanitario un determinado valor de unidades de descarga, según en la instalación en que esté colocado, siendo estas tres clases las siguientes:

- Primera categoría: uso privado. Instalaciones de viviendas.
- Segunda categoría: uso semipúblico. Instalaciones de oficinas, fábricas, colegios.
- Tercera categoría: uso público. Estaciones, aeropuertos, etc.

En la tabla XX.1 del libro Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento, se encuentran los valores de estas unidades de descarga para cada aparato sanitario, en cada uso, teniendo una equivalencia aproximada en caudal, que se puede deducir del gráfico B.

Para la nave industrial queda, teniendo en cuenta que es un uso semipúblico:

Aparato	UDD	Cantidad	Subtotal UDD
Lavabo	2	6	12
Inodoro	5.5	6	33
Duchas	3	4	12
TOTAL UDD			57

Consultando el gráfico B se observa que 57 UDD equivale aproximadamente a 3.5 l/s. El caudal total es:

$$q = 98.66 + 3.5 = 102.17 \frac{l}{s}$$

Considerando finalmente una pendiente del 3% y una 70 % de calado, consultando en la tabla XX.5 del libro Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento, se obtiene un diámetro del colector de 300 mm.

La arqueta de registro se obtiene consultando nuevamente la tabla 2 de la NTE-ISS. Se obtiene finalmente:

Tramo	Mínimo diámetro del colector de salida	Dimensiones de la arqueta A x B
D20	300	63 x 63