



*euskal trenbide sarea*

---

*Proyecto de superestructura de vía del  
tramo Lugaritz-Easo y obra de conexión  
de Morlans*

---

# Anejo nº 6. Impermeabilización, Hidrología y Drenaje

---

Octubre 2022







## Índice

1. Introducción.....	1
Apéndice nº 1. Anejo de Hidrología, Drenaje y Bombeo del Proyecto Constructivo del tramo Lugaritz-Miraconcha.....	3
Apéndice nº 2. Anejo de Impermeabilización, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo del tramo Miraconcha-Easo.....	79



# Anejo nº 6. Impermeabilización, Hidrología y Drenaje

---

## 1. Introducción

El drenaje del tramo Lugaritz-Easo y obra de conexión de Morlans viene definido en los correspondientes proyectos de obra civil:

- Proyecto Constructivo del Metro Donostialdea, Tramo Lugaritz Miraconcha
- Proyecto Constructivo del Metro Donostialdea, Tramo Miraconcha-Easo.

La construcción de la superestructura de vía por el sistema de vía en placa supone el hormigonado de las losas de vía embebiendo el colector central y sus conexiones a las canaletas laterales.

A la fecha de redacción de este proyecto estos elementos de drenaje, así como las arquetas del colector central, no se encuentran colocados, por lo que en este proyecto de superestructura de vía incluye el mencionado colector con sus conexiones, así como las arquetas intermedias.

A tal efecto, se reproduce en este anejo a modo de apéndices, los anejos de drenaje de ambos proyectos.



## Apéndice nº 1. Anejo de Hidrología, Drenaje y Bombeo del Proyecto Constructivo del tramo Lugaritz-Miraconcha



# **ANEJO N°10-HIDROLOGÍA, DRENAJE Y BOMBEO**



**ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>CLIMATOLOGÍA.....</b>	<b>1</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO.....	1
2.2.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	2
2.2.1.	Datos básicos.....	2
2.2.2.	Análisis y definición de los datos .....	4
2.2.3.	Representaciones gráficas de los datos .....	5
2.3.	DEFINICIÓN CLIMÁTICA.....	8
2.3.1.	Climodiagramas.....	8
2.3.2.	Clasificaciones Climáticas .....	10
2.4.	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS LABORABLES	12
<b>3.</b>	<b>HIDROLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>DRENAJE DE ESTACIONES Y TÚNELES .....</b>	<b>19</b>
4.1.	CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL .....	20
4.2.	CAUDAL DE INFILTRACIÓN DEL TÚNEL .....	22
4.3.	DIMENSIONAMIENTO DEL DRENAJE DEL TÚNEL .....	22
4.4.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO.....	25
4.4.1.	Pozo de Bombeo PB1 .....	26
4.4.2.	Pozo de Bombeo PB2 .....	26
4.4.3.	Pozo de Bombeo PB3 .....	27
<b>5.</b>	<b>IMPERMEABILIZACIÓN.....</b>	<b>28</b>

**APÉNDICES**

APÉNDICE Nº 1. ESPECIFICACIONES BOMBA PB1.

APÉNDICE Nº 2. ESPECIFICACIONES BOMBA PB2

APÉNDICE Nº 3. ESPECIFICACIONES BOMBA PB3

**TABLAS**

Tabla 2.1. Cuadro resumen de la estación meteorológica de Igeldo, en Donostia-San Sebastián.....	2
Tabla 2.2. Cuadro resumen de los datos climatológicos básicos mensuales de temperatura e insolación correspondientes a la estación de Igeldo en Donostia-San Sebastián (periodo 1931-1960).....	4
Tabla 2.3. Cuadro resumen de los datos climatológicos básicos mensuales de precipitaciones, helada, nieve y humedad correspondientes a la estación de Igeldo en Donostia-San Sebastián (periodo 1931-1960) .....	4
Tabla 2.4. Precipitaciones mensuales extremas en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián .....	5
Tabla 2.5. Precipitaciones máximas diarias en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	6
Tabla 2.6. Número de días de helada y nieve en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	6
Tabla 2.7. Temperaturas medias máximas y mínimas mensuales en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	6
Tabla 2.8. Oscilación de temperaturas medias y extremas mensuales en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	7
Tabla 2.9. Humedad media relativa mensual en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	7
Tabla 2.10. Diagrama Ombrotérmico de la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	8
Tabla 2.11. Diagrama de termohietas de la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián.....	9
Tabla 2.12. Factores meteorológicos que afectan a cada tipo de obra .....	14
Tabla 2.13. Coeficientes mensuales de reducción de cada unidad de obra .....	14
Tabla 2.14. Coeficientes de reducción totales mensuales.....	15
Tabla 2.15. Coeficientes de reducción totales del número de días laborables .....	15
Tabla 2.16. Coeficientes de reducción medios totales .....	16
Tabla 2.17. Coeficientes de reducción del número de días laborables.....	16
Tabla 4.1. Caudales por escorrentía superficial .....	21
Tabla 4.2. Caudales de los elementos singulares .....	22
Tabla 4.3. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB1 .....	23
Tabla 4.4. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB2.....	24
Tabla 4.5. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB3.....	24

**FIGURAS**

Figura 3.1. Isomáximas de precipitación en 24 horas (mm) para el Territorio Histórico de Gipuzkoa correspondiente a un periodo de retorno de 25 años. ....	18
Figura 3.2. Comparación de las curvas IDF adimensionales.....	19
Figura 4.1. Coeficiente de escorrentía (5.1. I.C. Drenaje) .....	21



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se analizará la climatología del ámbito del Proyecto Constructivo de la línea Lugaritz-Miraconcha del Metro de Donostialdea, la hidrología y un análisis del drenaje del túnel y los elementos singulares.

Por lo tanto, en primer lugar se realizará un estudio climatológico de Donostia-San Sebastián, donde se ubica el Proyecto. En concreto, se tomarán los datos de la estación meteorológica de Igeldo, ubicado al oeste de la capital guipuzcoana.

Una vez se hayan obtenido estas características climatológicas, se realizará un análisis hidrológico de las zonas de estudio. En dicho estudio se obtendrán las intensidades de lluvia a considerar para la obtención de los caudales de escorrentía superficial.

Finalmente, se diseñará el sistema de drenaje del túnel y las obras singulares, donde influirán tanto las filtraciones de la escorrentía superficial mediante los diferentes pozos y rampas, como la infiltración del propio túnel y los cañones, pozos y rampas. Dentro de este último apartado se definirán la tipología y características de las bombas a ubicar, tanto en la estación de Benta Berri como en el punto bajo del acuerdo cóncavo del perfil longitudinal del túnel.

## 2. CLIMATOLOGÍA

### 2.1. Introducción y objeto del estudio

El objetivo del estudio climatológico del presente proyecto es caracterizar las principales variables climáticas con el fin de:

- Conocer las características del clima para apoyar al diseño de diferentes partes del proyecto (vía, señalización...).
- Calcular los índices climáticos utilizables en el diseño de las plantaciones y en la valoración agrológica de los suelos ocupados.
- Calcular los coeficientes medios para la obtención del número de días laborables para tenerlo en cuenta en la planificación de las diferentes actividades constructivas.

Para alcanzar estos objetivos se han utilizado datos procedentes de la Publicación “Datos Climáticos para carreteras”. MOP. División de Materiales, publicada en 1964 por la Dirección General de Carreteras y de la publicación Máximas luvias diarias en la España Peninsular publicado por el Ministerio de Fomento en 1999.

En climatología, se acepta habitualmente que para caracterizar una variable es necesario analizar la evolución de la misma durante un período de 30 años cuando esto es posible.

En principio, teniendo en cuenta el supuesto carácter recurrente de las series climáticas, los valores medios tienden a repetirse para cualquier período de esta longitud. A los valores de los promedios de los datos de estos periodos se les denomina “Normales climatológicos estándar” (CLINO).

Consecuentemente, de la publicación citada anteriormente (Datos climáticos para carreteras) se han analizado los datos del trienio 1931-1960.

## **2.2. Caracterización climática de la zona de estudio**

### **2.2.1. Datos básicos**

Para caracterizar la climatología dominante en la zona próxima al tramo a urbanizar, se han analizado las siguientes fuentes de información:

**A) Cuadros de valores climáticos por meses y Cuadros de lluvias máximas en 24 horas** procedentes respectivamente de la publicación *Datos Climáticos para carreteras (1964)*. De ellos se han analizado los datos de la estación más próxima a la zona, cuya ubicación se presenta en el cuadro siguiente:

*Tabla 2.1. Cuadro resumen de la estación meteorológica de Igeldo, en Donostia-San Sebastián*

NOMBRE	INDICATIVO	ALTURA	COORDENADAS	
			LONGITUD	LATITUD
San Sebastián 'Igueldo'	1024E	259	02°02'22" W	43°18'24"

Las variables climáticas utilizadas en la caracterización de las estaciones indicadas anteriormente han sido las siguientes:

#### **Precipitaciones:**

- Precipitación media mensual
- Precipitación máxima y mínima mensual
- Precipitación máxima en 24 horas
- Número medio de días de lluvia
- Número medio de días de precipitación inapreciable
- Número medio de días con precipitación mayor a 1 mm
- Número de días con precipitación mayor a 10 mm
- Número medio de días de nieve
- Número medio de días de helada

La precipitación media mensual corresponde a la variable precipitación en el mes y como indica su denominación, representa la precipitación total acumulada en cada mes.

Las precipitaciones máxima y mínima mensuales se obtienen a partir del valor de la precipitación total en el mes, tomando para un mismo mes el valor máximo o el mínimo, en cada caso y se obtiene del apéndice de los valores climáticos por meses.

La precipitación máxima en 24 horas se obtiene del valor de la precipitación total diaria, tomando para un mismo día el valor máximo y se obtiene del apéndice de los valores climáticos por meses.

Los días de lluvia, la precipitación inapreciable, la precipitación mayor a 1 mm, la precipitación mayor a 10 mm, la nieve y los días con helada representan la media mensual de días en que se han producido estos fenómenos en todos los años que componen la serie de datos. El valor anual es la suma de todos los valores mensuales.

**Temperaturas:**

- Temperatura media mensual y anual
- Temperatura media de las mínimas y máximas (mensual)
- Temperatura extrema máxima y mínima (mensual)
- Temperatura mínima absoluta (anual)
- Temperatura máxima absoluta (anual)
- Oscilación de las temperaturas extremas medias mensuales (oscilación de temperaturas medias)
- Oscilación máxima de las temperaturas (oscilación de temperaturas extremas)
- Número de días con temperatura a las 9 h menor a 5°C y 9°C

La temperatura media de un día se obtiene de realizar la media de las lecturas realizadas en diferentes horas del día. La temperatura media mensual representa la media de las temperaturas medias diarias.

Las temperaturas máxima y mínima absolutas representan los valores máximo y mínimo por los que, cada día, pasa la temperatura. La temperatura máxima y mínima mensual representa los valores máximo y mínimo de las temperaturas máximas y mínimas de los días que componen ese mes (envolvente de valores máximos).

El número de días con temperatura a las 9 h menor a 5°C y 9°C representan la media mensual de días en que se han producido estos fenómenos en todos los años que componen la serie de datos. El valor anual es la suma de todos los valores mensuales.

Para la obtención de lo que se denomina media de las temperaturas máximas/mínimas se realiza la media aritmética de las máximas/mínimas absolutas correspondientes a cada mes de la serie de datos.

Las oscilaciones mensuales de temperaturas se han obtenido como diferencia entre los valores máximos y mínimos, siendo el valor anual la mayor de las oscilaciones mensuales.

**Otras variables:**

- Humedad media relativa
- Número medio mensual de horas de insolación

La humedad media relativa indica la humedad media correspondiente a cada mes.

El número medio mensual de horas de insolación indica el número de horas de insolación media correspondientes a cada mes.

**B) Precipitaciones máximas diarias de proyecto.** Mediante la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, publicada por el Ministerio de Fomento en 1999 y la aplicación informática complementaria a la publicación diseñada por el CEDEX y el propio Ministerio de Fomento se indican las precipitaciones máximas diarias para diferentes períodos de retorno definidos.

**2.2.2. Análisis y definición de los datos**

A continuación se presentan mediante un conjunto de tablas los datos del estudio climatológico procedentes de las fuentes de información que se definieron en el apartado anterior “Datos básicos”.

Los datos presentados son los relativos a la estación meteorológica de San Sebastián ‘Igueldo’, cuyas características geográficas se definieron con anterioridad.

Tabla 2.2. Cuadro resumen de los datos climatológicos básicos mensuales de temperatura e insolación correspondientes a la estación de Igeldo en Donostia-San Sebastián (periodo 1931-1960)

			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Precipitación</b>	Valores Medios	Med. Mensual (mm/mes)	136,80	108,90	89,60	101,70	121,70	95,70	95,30	117,00	148,60	161,30	152,50	177,10
		Días de lluvia (Días/mes)	15,0	12,0	13,0	15,0	17,0	16,0	15,0	15,0	16,0	15,0	16,0	17,0
		Días de prec. Inapreciable (Días/mes)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Días de prec. >1mm	14,0	12,0	11,0	12,0	11,0	13,0	11,0	12,0	12,0	13,0	12,0	15,0
		Días de prec. >10mm (Días/mes)	5,0	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0	6,0
	Valores extremos	Max. en 24 h (mm/día)	70,90	61,80	54,90	64,70	72,20	112,00	85,10	32,80	119,30	126,50	52,60	118,50
		Max. Mensual (mm/mes)	319,30	211,50	212,60	288,30	222,80	167,40	181,90	311,20	252,70	272,60	304,40	397,90
Min. Mensual (mm/mes)		17,40	24,40	25,90	12,50	56,40	34,60	27,50	44,00	37,70	49,80	40,00	49,00	
<b>Nº medio de días de helada</b>		Nº de días (días/mes)	3,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
<b>Nº medio de días de nieve</b>		Nº de días (días/mes)	2,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
<b>Humedad relativa media (%)</b>			76,00	74,00	70,00	75,00	78,00	82,00	82,00	82,00	81,00	78,00	77,00	79,00

Tabla 2.3. Cuadro resumen de los datos climatológicos básicos mensuales de precipitaciones, helada, nieve y humedad correspondientes a la estación de Igeldo en Donostia-San Sebastián (periodo 1931-1960)

			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura	Extremas mensuales	Máxima (°C)	19,20	25,40	27,60	30,50	31,60	37,70	36,40	37,20	32,50	29,10	23,60	20,00
		Mínima (°C)	-7,60	-12,10	-1,80	-0,40	1,60	6,10	10,20	10,20	6,00	0,80	-2,40	-6,80
	Oscilación	Oscilación Extrema (°C)	26,80	37,50	29,40	30,90	30,00	31,60	24,20	27,00	26,50	28,30	26,00	26,80
		Oscilación Media (°C)	5,30	5,40	6,20	6,50	6,40	6,10	6,10	5,70	6,00	5,50	5,00	4,50
	Valores medios mensuales	Temperaturas Máximas (°C)	10,30	10,40	13,80	15,20	17,10	19,80	21,60	21,60	21,00	17,40	13,40	10,20
		Media mensual (°C)	7,80	7,70	10,70	11,80	13,90	16,80	18,60	19,00	18,10	14,70	10,70	8,00
		Temperaturas Mínimas (°C)	5,00	5,00	7,60	8,70	10,70	13,70	15,50	15,90	15,00	11,90	8,40	5,70
		Nº días con temperatura >5°C a las 9:00 (días/mes)	22,0	20,0	27,0	29,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	28,0	26,0
		% Mensual	71,00	71,00	87,00	97,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,00	84,00
		Nº días con temperatura >10°C a las 9:00 (días/mes)	8,0	7,0	13,0	16,0	28,0	30,0	31,0	31,0	30,0	27,0	18,0	8,0
% Mensual	26,00	25,00	62,00	53,00	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	87,00	60,00	26,00		
<b>Media mensual de horas de insolación (horas/mes)</b>			92,00	109,00	92,00	157,00	195,00	204,00	215,00	214,00	162,00	145,00	105,00	81,00

### 2.2.3. Representaciones gráficas de los datos

A continuación se presenta las gráficas correspondientes a la información obtenida en la estación meteorológica definidas en los apartados anteriores (San Sebastián 'Igueldo').

Estas gráficas son las siguientes:

- Precipitaciones extremas mensuales
- Temperaturas máximas diarias
- Número días de helada y nieve
- Temperaturas medias máximas y mínimas mensuales
- Oscilación de temperaturas medias y extremas mensuales
- Humedad media relativa mensual

Tabla 2.4. Precipitaciones mensuales extremas en la estación de Igueldo de Donostia-San Sebastián

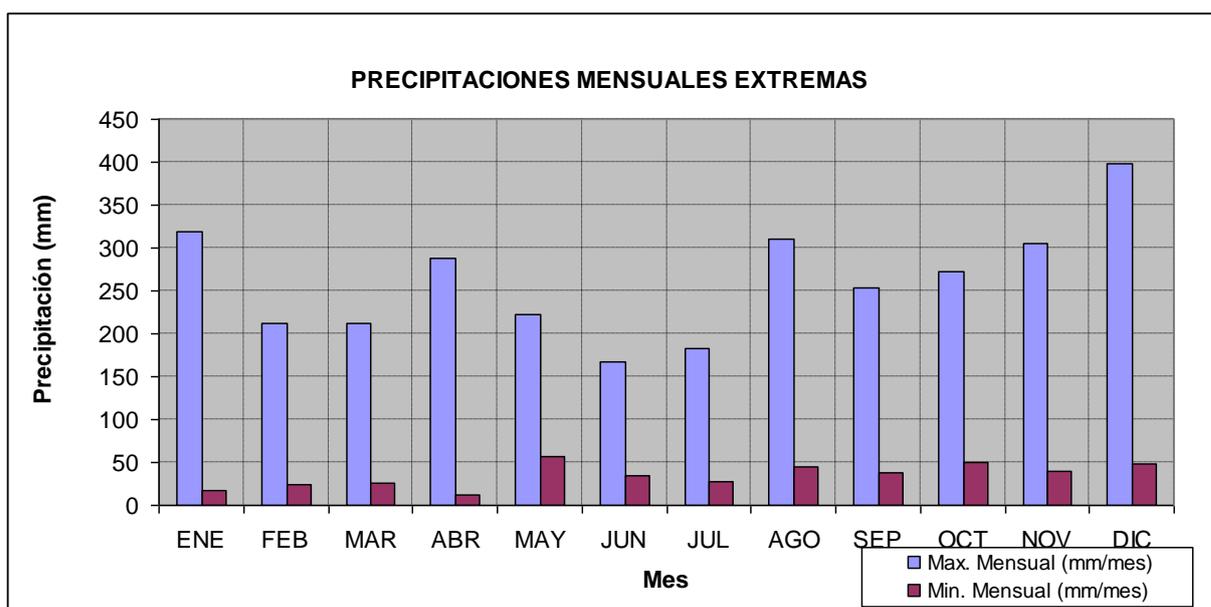


Tabla 2.5. Precipitaciones máximas diarias en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián

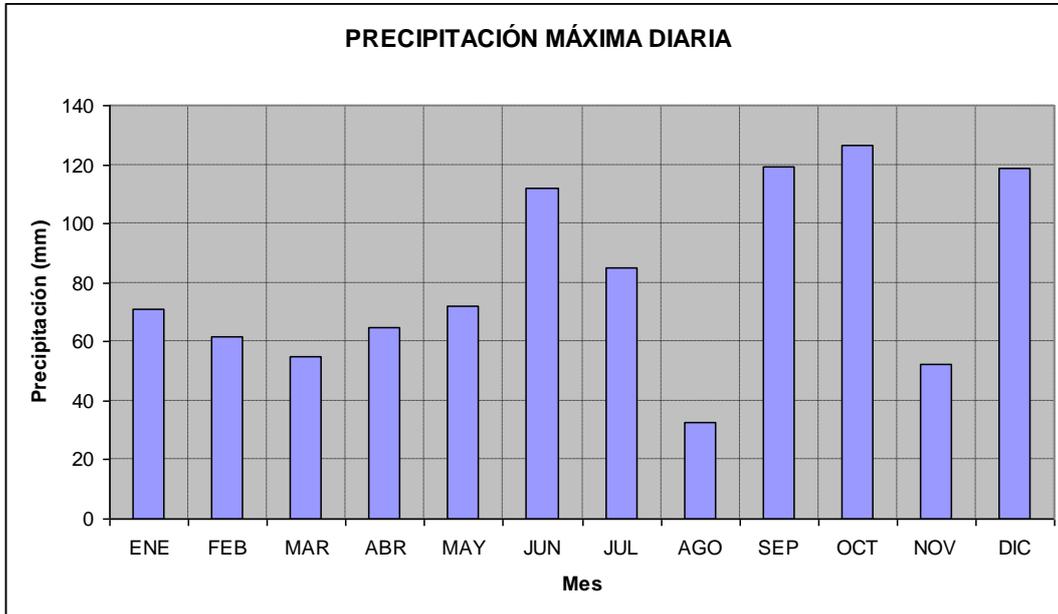


Tabla 2.6. Número de días de helada y nieve en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián

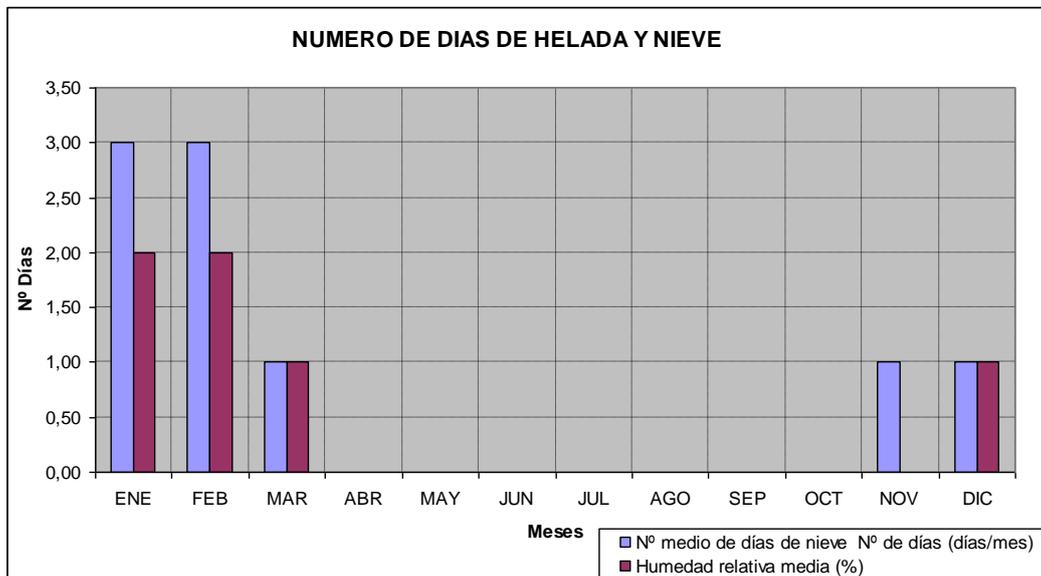


Tabla 2.7. Temperaturas medias máximas y mínimas mensuales en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián

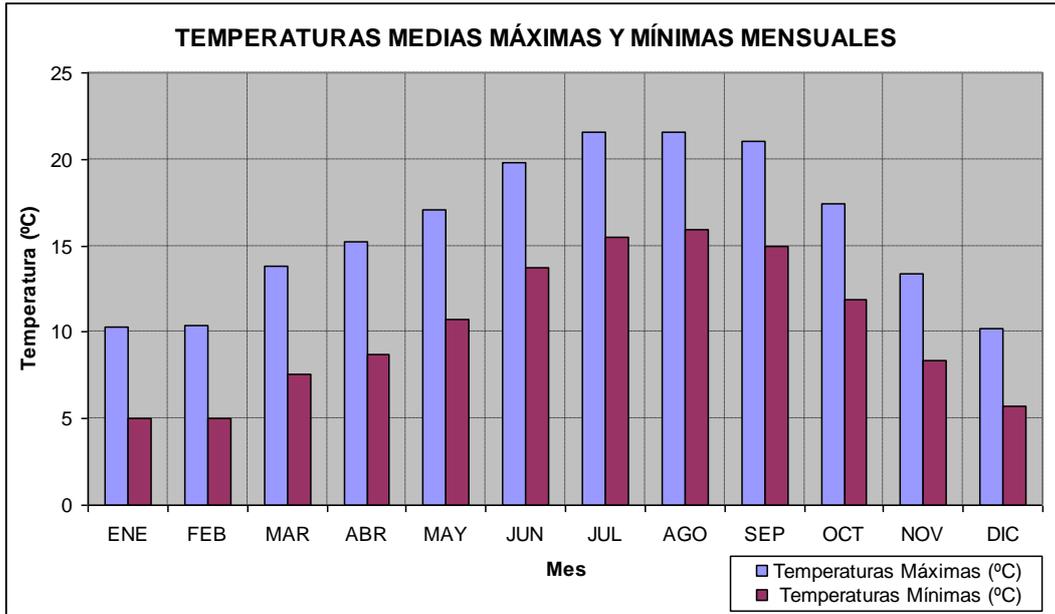


Tabla 2.8. Oscilación de temperaturas medias y extremas mensuales en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián

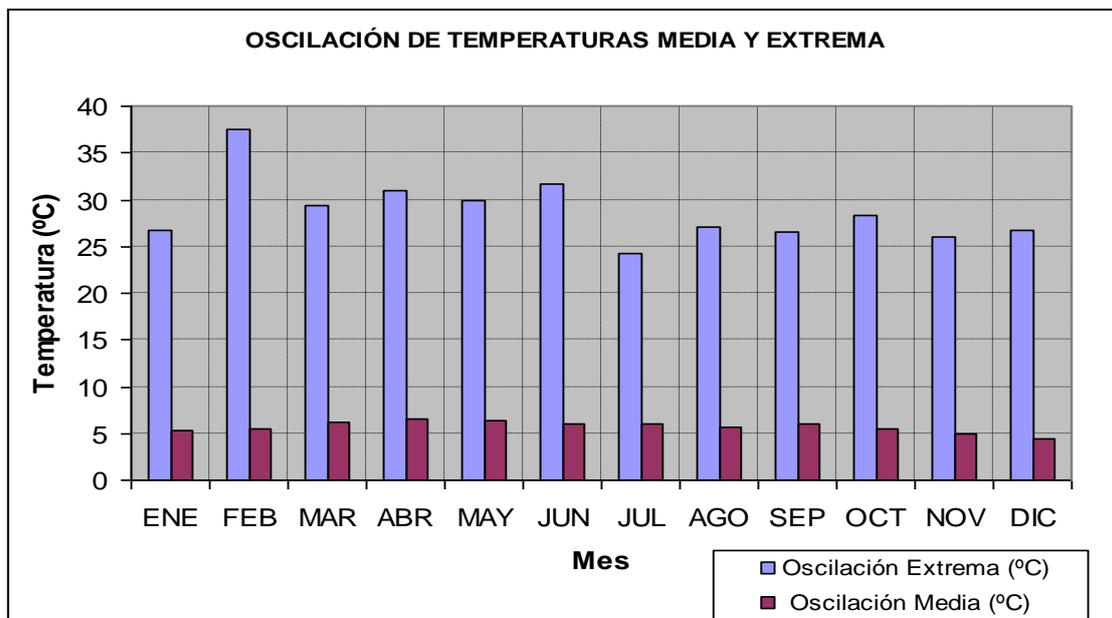
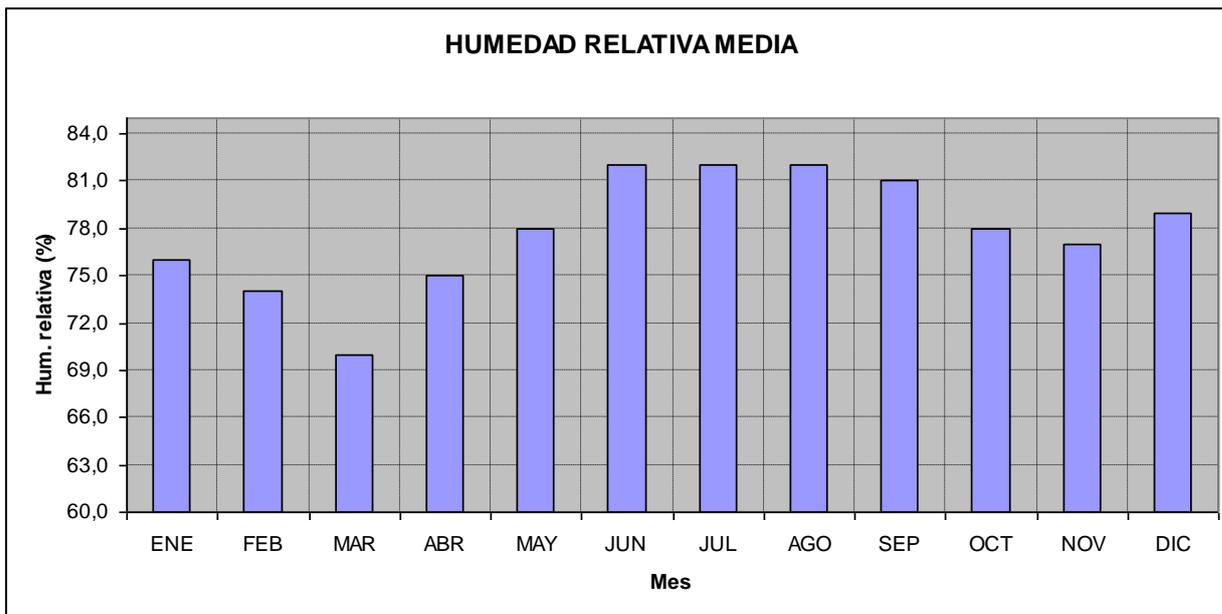


Tabla 2.9. Humedad media relativa mensual en la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián



### 2.3. Definición climática

#### 2.3.1. Climodiagramas

Se han elaborado climodiagramas con el objeto de describir el clima dominante en la zona a través de la interrelación entre diferentes variables.

El diagrama ombrotérmico (también denominado de Walter-Gaussen) representa precipitaciones y temperaturas mensuales medias en una misma gráfica. La escala de precipitaciones es doble, es decir, 2 mm de precipitación equivalen a 1º C de temperatura.

A partir de este gráfico se puede elaborar el índice xerotérmico (número de días biológicamente secos) determinando el período en que la curva ómbrica (precipitación) no supera a la curva térmica. Este período es inexistente en la zona en estudio, lo que es debido a la gran cantidad de lluvias existente a lo largo de todo el año (incluso en verano).

El diagrama de termohietas se utiliza para comparar la climatología en diferentes localidades. Para ello se representan en un diagrama cartesiano la precipitación (en abcisas) y la temperatura (en ordenadas) y se anota el número del mes en el gráfico. La combinación de los valores de precipitación media y temperatura media para cada mes, da 12 puntos que unidos por líneas expresan gráficamente el ciclo climático anual.

A continuación se representan los diagramas ombrotérmicos representativos de la climatología de la zona de estudio, para ello se han interpretado los datos climatológicos procedentes de la estación meteorológica de San Sebastián 'Igueldo'.

Tabla 2.10. Diagrama Ombrotérmico de la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián

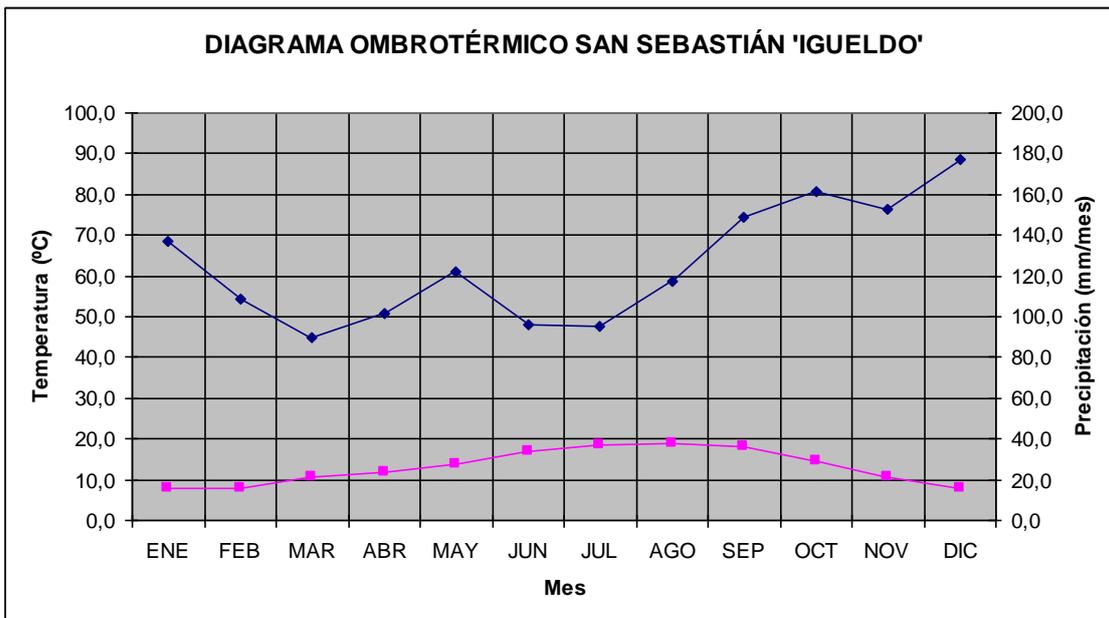
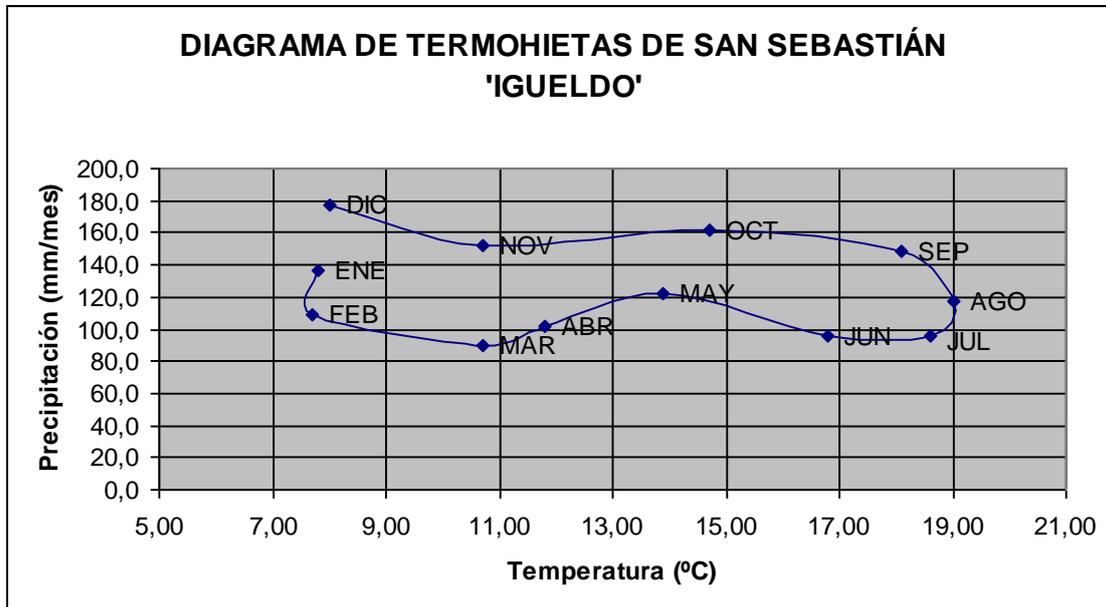


Tabla 2.11. Diagrama de termohietas de la estación de Igeldo de Donostia-San Sebastián



De los diagramas realizados con los datos que aparecen en la tabla resumen de variables climáticas básicas, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La posición de los meses de junio, julio y agosto indican que el verano es el periodo con menos lluvia, con una leve diferencia respecto los demás meses del año.

- La posición de los meses de septiembre, octubre y noviembre indican que las lluvias extremas se producen en el periodo otoñal.
- El polígono tiene muy leve desarrollo según el sentido de las ordenadas, lo que indica que la oscilación termométrica de primavera a verano es poco apreciable.

### 2.3.2. Clasificaciones Climáticas

Para caracterizar la climatología dominante en la zona de estudio se ha optado por utilizar distintas clasificaciones, todas ellas formalmente establecidas para este tipo de estudios. Para determinar los parámetros climatológicos que constituyen las variables de las clasificaciones climáticas estudiadas se ha utilizado los datos climatológicos definidos anteriormente de la estación climatológica de Igueldo en Donostia-San Sebastián.

#### 2.3.2.1. Índice de Koppen

En la clasificación climática de Koppen, se define el índice K mediante la expresión:

$K = 2 \times t + 14$ : si el régimen pluviométrico es uniforme.

$K = 2 \times t + 28$ : si el régimen pluviométrico presenta un máximo en verano.

$K = 2 \times t$ : si el régimen pluviométrico presenta un máximo en invierno.

Donde:

- $t$  = temperatura media anual en °C

En el caso del área estudiada se recurre a la primera ecuación al presentarse máximo pluviométrico en primavera y otoño.

Se establecen cinco tipos de clima:

- *Tipo A o tropical lluvioso*: La temperatura media normal del mes más frío es superior a 18 °C y la precipitación anual normal es mayor de 750 mm.
- *Tipo B o seco*: La precipitación media mensual en cm es menor que K.
- *Tipo C o templado lluvioso*: La temperatura media normal del mes más frío es superior a -3 °C e inferior a 18 °C. La precipitación media mensual es menor que K.
- *Tipo D o frío*: La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3 °C y la del mes más cálido superior a 10 °C. La precipitación media mensual en cm es mayor que K.
- *Tipo E o polar*: La temperatura media normal del mes más frío/cálido es inferior a -3°C. La precipitación media mensual es mayor que K.

A su vez cada uno de ellos se divide en subgrupos con las siguientes características:

- Af = Selva tropical; lluvioso todo el año.
- An = Sabana; lluvioso en verano.

- Bs = Estepa; la precipitación media mensual es mayor que K/2.
- Bw = Desierto; la precipitación media mensual es menor que K/2.
- Cf = Mesotermal templado húmedo con invierno seco; lluvioso en verano.
- Cs = Mesotermal templado húmedo con verano seco; lluvioso en invierno.
- Df = Microtermal húmedo; lluvioso todo el año.
- Dw = Microtermal frío con invierno seco; lluvioso en verano.
- Et = Tundra; con temperatura del mes más cálido mayor que 0 °C.
- Ef = Helado; con temperatura del mes más cálido menor que 0 °C.

En el presente caso, la precipitación media mensual es de 122.49mm., la temperatura media anual de 12,4 °C y la temperatura media del mes más frío de 4,0 °C (Enero).

Como la temperatura media normal (12,4°C) está comprendido entre los -3°C y 18°C puede decirse que el área de proyecto se engloba dentro del grupo C, con un verano e invierno lluviosos ambos.

### 2.3.2.2. Índice de Aridez de Martonne

Se define el índice de aridez como:

$$ia = R/(t+10)$$

Donde:

- R = precipitación media anual en mm
- t = temperatura media anual en °C

Los climas se clasifican en:

- Desierto, si  $ia = 0 - 5$
- Semidesierto, si  $ia = 5 - 10$
- Mediterráneo seco, si  $ia = 10 - 20$
- Secano, si  $ia = 20 - 40$
- Aguacero tropical y monzón,  $ia = 60$

En este caso, la precipitación media anual es 1469,88 mm y la temperatura media anual es de 12,4 °C. Como:

$$ia = 1469.8/(12,4 + 10) = \mathbf{65,61}$$

Consecuentemente, se está en clima "Aguacero tropical y monzón".

### 2.3.2.3. Índice de Cereceda y Carbonell

Según Cereceda y Carbonell, el índice termopluviométrico se expresa por:

$$itp = 100 \times (t/R)$$

Donde:

- R = precipitación media anual en mm
- t = temperatura media anual en °C

Los climas se clasifican en:

- Clima húmedo, si  $itp = 0 - 2$ .
- Clima semiárido, si  $itp = 2 - 3$ .
- Clima árido, si  $itp = 3 - 6$ .
- Clima subdesértico, si  $itp > 6$

En la zona objeto de estudio, el valor del índice termopluviométrico es:

$$itp = 100 \times (12,4/1469,8) = 0,84$$

Por lo que se está dentro de la zona definida como “clima húmedo”.

#### **2.3.2.4. Factor pluviométrico de Lang**

Dicho factor viene expresado por el índice:

$$I = P / t$$

Donde:

- P = Precipitación media anual en mm
- t = Temperatura media anual en °C

Este índice divide el clima en tres grupos:

- Clima árido, si  $0 < I < 40$
- Clima húmedo, si  $40 < I < 160$
- Clima superhúmedo, si  $I > 160$

En la zona objeto de estudio, el índice adopta el siguiente valor:

$$I = 1469,8 / 12,4 = 118,53$$

Por lo que se está dentro de la zona definida como “clima húmedo”.

#### **2.4. Coeficientes de reducción del número de días laborables**

Para determinar los coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo, en función de la Climatología de la zona de estudio, se ha empleado la metodología propuesta por la publicación “Datos Climáticos para Carreteras” de 1964 publicados por la Dirección General de Carreteras.

Para calcular el número de días trabajables útiles en las distintas clases de obra, se establecen unos coeficientes de reducción, a aplicar el número de días laborables de cada mes.

- Coeficiente de reducción por helada ( $\eta m$ ): Es el cociente entre el número de días del mes  $m$ , en que la temperatura mínima es superior a  $0^{\circ}\text{C}$  y el número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración ( $\tau m$ ): Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a  $10^{\circ}\text{C}$  y el número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas ( $\tau'm$ ): Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a  $5^{\circ}\text{C}$  y el número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo ( $\lambda m$ ): Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.
- Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo ( $\lambda'm$ ): Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número de días del mes.

Para el cálculo de estos coeficientes se han utilizado los datos procedentes de la publicación “Datos Climáticos para Carreteras”, mencionados anteriormente, para la estación climatológica de Igeldo en Donostia-San Sebastián (que caracteriza a la zona en proyecto. Además, sería necesario aplicar las siguientes formulaciones.

- Hormigones hidráulicos,  $C_m = \eta m \times \lambda m$
- Explanaciones,  $C_m = \eta m \times (\lambda m + \lambda'm)/2$
- Producción de áridos,  $C_m = \lambda m$
- Riegos y tratamientos,  $C_m = \tau m \times \lambda'm$
- Mezclas bituminosas,  $C_m = \tau'm \times \lambda'm$

Donde cada término tiene el siguiente significado:

- $C_m$  = coeficiente medio de reducción del número de horas laborables para el mes  $m$
- $\eta m$  = Coeficiente de reducción por helada
- $\tau m$  = Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración
- $\tau'm$  = Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosa ( $\tau'm$ )
- $\lambda m$  = Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo ( $\lambda m$ )

- $\lambda'm$  = Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo ( $\lambda'm$ )

En la siguiente tabla se indican los factores meteorológicos que afectan a cada tipo de obra:

Tabla 2.12. Factores meteorológicos que afectan a cada tipo de obra

CLASE DE OBRA	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	T <sub>min</sub> < 0 °C	P < 10 mm	P < 1mm	T <sub>g</sub> > 10 °C	T <sub>g</sub> > 5 °C
Hormigones hidráulicos	X	X			
Explanaciones	X	X	X		
Producción de áridos		X			
Riegos o tratamientos superficiales			X	X	
Mezclas bituminosas			X		X

Para el cálculo de estos coeficientes se han empleado los datos de la publicación "Datos Climáticos para Carreteras" del año 1964, debido a que la estación estudiada no dispone de datos de temperaturas a las 9 horas.

De este modo, mediante las fórmulas anteriormente expuestas, se llega a los siguientes valores de los coeficientes de reducción mensuales de cada unidad de obra.

Tabla 2.13. Coeficientes mensuales de reducción de cada unidad de obra

COEFICIENTES MENSUALES DE REDUCCIÓN DE CADA UNIDAD DE OBRA "Cm"					
MESES	HORMIGONES	EXPLANACIONES	PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPEFICIALES	MEZCLAS BITUMINOSAS
ENERO	0,74	0,62	0,84	0,15	0,43
FEBRERO	0,77	0,64	0,86	0,17	0,44
MARZO	0,92	0,79	0,92	0,38	0,56
ABRIL	0,87	0,71	0,88	0,27	0,52
MAYO	0,87	0,76	0,87	0,60	0,63
JUNIO	0,90	0,76	0,90	0,62	0,62
JULIO	0,89	0,79	0,89	0,68	0,68
AGOSTO	0,91	0,80	0,91	0,68	0,68
SEPTIEMBRE	0,87	0,77	0,87	0,66	0,66
OCTUBRE	0,83	0,75	0,83	0,56	0,66
NOVIEMBRE	0,80	0,68	0,82	0,27	0,53
DICIEMBRE	0,83	0,67	0,86	0,15	0,43

En el cálculo de los días realmente trabajables de cada mes intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos: Son variables según el año y la localidad, pero cuya importancia es notable. Su coeficiente de reducción puede establecerse en cada caso a la vista del calendario laboral.

- Los días de climatología adversa: Su coeficiente de reducción se ha determinado anteriormente.

Podría pensarse a primera vista que la multiplicación de estos dos coeficientes parciales proporcionaría el coeficiente total de reducción para la transformación de días de calendario en días trabajables (para cada mes y clase de obra). Ello no es así, puesto que los días festivos pueden ser también de climatología adversa, y esto ha de tenerse en cuenta al efectuar la programación.

Para ello puede admitirse que si para un mes determinado “Cf” representa el coeficiente de reducción de días festivos, y “Cm” el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, (1-Cm) representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y (1-Cm)\*Cf la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total, por lo tanto, será:

$$Ct = 1 - (1-Cm)*Cf$$

En las siguientes tablas se reflejan los coeficientes de reducción de días festivos y los de reducción total obtenidos para cada mes y clase de obra.

Tabla 2.14. Coeficientes de reducción totales mensuales

COEFICIENTES DE REDUCCIÓN												
Coeficiente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\eta_m$	0,88	0,89	1	0,99	1	1	1	1	1	1	0,97	0,96
$\tau_m$	0,26	0,3	0,58	0,48	0,94	1	1	1	1	0,85	0,46	0,29
$\tau'_m$	0,75	0,75	0,85	0,92	0,98	1	1	1	1	1	0,92	0,81
$\lambda_m$	0,84	0,86	0,92	0,88	0,87	0,9	0,89	0,91	0,87	0,83	0,82	0,86
$\lambda'_m$	0,57	0,58	0,66	0,56	0,64	0,62	0,68	0,68	0,66	0,66	0,58	0,53

Tabla 2.15. Coeficientes de reducción totales del número de días laborables

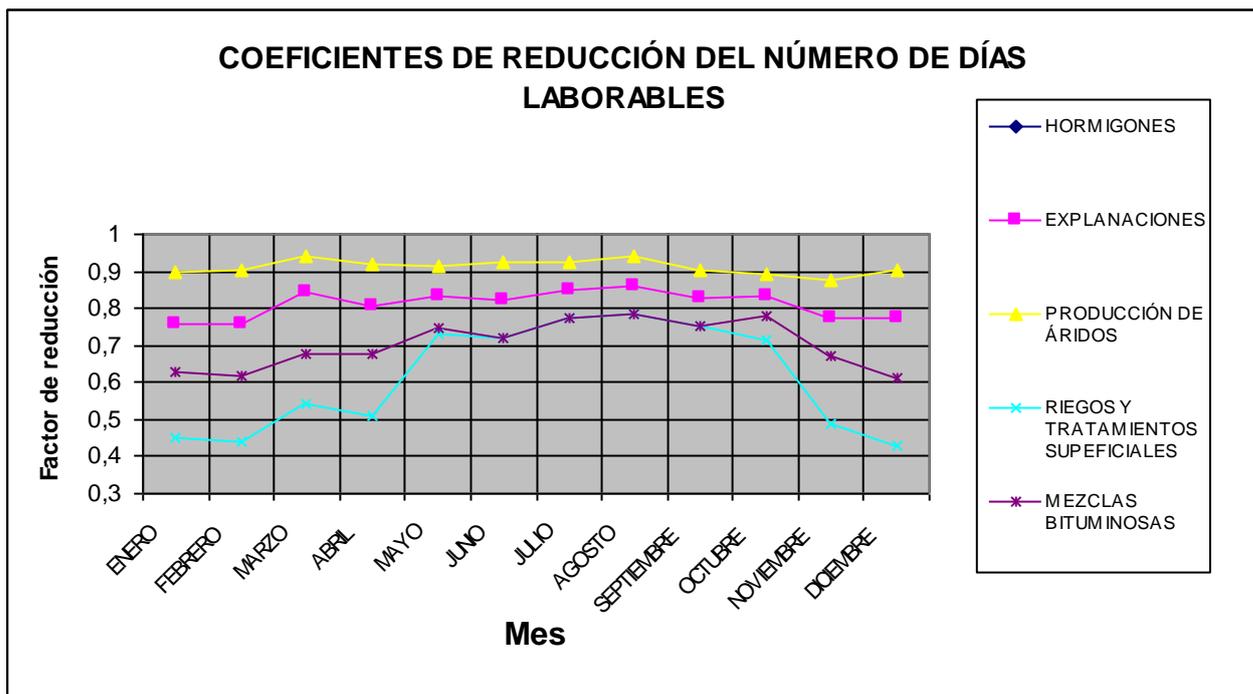
MESES	Coefficiente de días festivos "Cf"	HORMIGONES	EXPLANACIONES	PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPEFICIALES	MEZCLAS BITUMINOSAS
ENERO	0,65	0,83	0,76	0,90	0,45	0,63
FEBRERO	0,68	0,84	0,76	0,91	0,44	0,62
MARZO	0,74	0,94	0,84	0,94	0,54	0,67
ABRIL	0,67	0,91	0,81	0,92	0,51	0,68
MAYO	0,68	0,91	0,83	0,91	0,73	0,75
JUNIO	0,73	0,93	0,82	0,93	0,72	0,72
JULIO	0,71	0,92	0,85	0,92	0,77	0,77
AGOSTO	0,68	0,94	0,86	0,94	0,78	0,78
SEPTIEMBRE	0,73	0,90	0,83	0,90	0,75	0,75
OCTUBRE	0,65	0,89	0,84	0,89	0,72	0,78
NOVIEMBRE	0,70	0,86	0,78	0,87	0,49	0,67
DICIEMBRE	0,68	0,88	0,77	0,91	0,43	0,61

Como conclusión, los coeficientes medios para la obtención del número de días trabajables netos en función de la climatología y de los días festivos, son los siguientes:

Tabla 2.16. Coeficientes de reducción medios totales

COEFICIENTE MEDIO TOTAL $C_t$	
Hormigones hidráulicos	0,90
Explanaciones	0,81
Producción de áridos	0,91
Riegos o tratamientos superficiales	0,61
Mezclas bituminosas	0,70
<b>Total</b>	<b>0,79</b>

Tabla 2.17. Coeficientes de reducción del número de días laborables



### 3. HIDROLOGÍA

Este anejo tiene el objeto de cuantificar el caudal de cálculo para cada uno de los tramos del túnel de la línea Lugaritz-Miraconcha del Metro de Donostialdea. Este caudal estará compuesto, en general, por estos dos componentes:

- Caudal de escorrentía superficial que entrará al túnel a través de los elementos singulares de la infraestructura ferroviaria (bocas de acceso a estación, ventilaciones y rampas de ataque).
- Caudal de infiltración del túnel.

Para el cálculo de los caudales de aportación al túnel de los elementos singulares se va a hacer previamente un análisis hidrológico. El objetivo de este análisis será determinar la intensidad media de precipitación correspondiente a un periodo de retorno y una duración de aguacero determinada.

Para la determinación de la precipitación máxima diaria,  $P_{24h}$ , se van a utilizar las curvas isomáximas que corresponden a la zona estudiada, asociadas a cada periodo de retorno analizado según el “Estudio de precipitaciones intensas, tiempos de concentración y caudales de cálculo de las cuencas del territorio histórico de Gipuzkoa” realizado en febrero de 1999 por IKAUR para la Diputación Foral de Guipúzcoa, ya que se trata de un estudio específico del territorio que ha considerado 59 estaciones pluviométricas, sus bandas de pluviógrafos, y otra serie de datos históricos convenientemente tratados, por lo que se estima que sus conclusiones (mapas de isomáximas) son válidas para proceder a su aplicación a la zona de proyecto.

Para el caso que nos ocupa, el periodo de retorno a considerar sería de 25 años. A continuación se presenta las curvas isomáximas correspondientes al citado periodo de retorno.

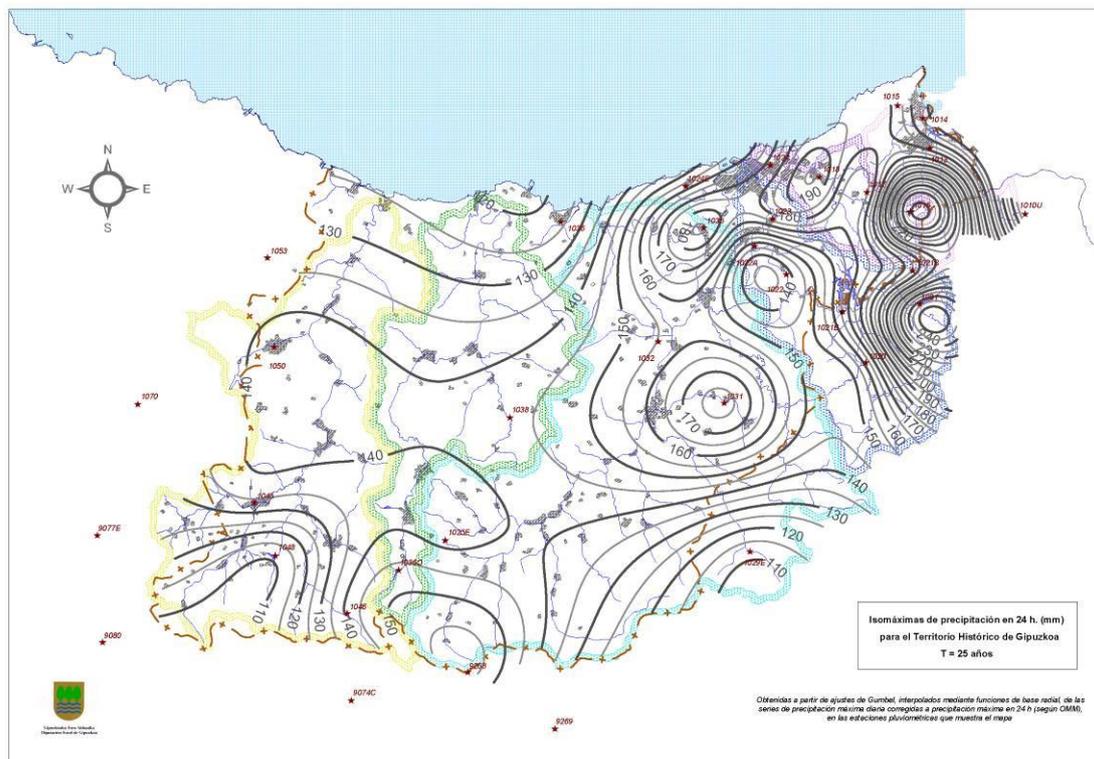


Figura 3.1. Isomáximas de precipitación en 24 horas (mm) para el Territorio Histórico de Gipuzkoa correspondiente a un periodo de retorno de 25 años.

Por lo tanto, de estas curvas se obtiene el valor de la precipitación máxima en 24 horas de la zona oeste de Donostia-San Sebastián.

$$P_{24h} = 170\text{mm}$$

Para la obtención de la precipitación total diaria,  $P_d$ , se van a utilizar las curvas intensidad-duración-frecuencia planteadas en el “Estudio de precipitaciones intensas, tiempos de concentración y caudales de cálculo de las cuencas del territorio histórico de Gipuzkoa”, donde se diferencian tres tipos de curva en función de la zona de estudio (costa, interior monte o interior valle).

SITUACION	DURACIÓN DE LA TORMENTA EN MINUTOS								
	10	20	30	60	120	240	360	720	1440
<b>COSTA</b>									
ESTUDIO 1999	0.14	0.22	0.28	0.39	0.51	0.63	0.69	0.84	1.00
ESTUDIO 2006	0.15	0.23	0.28	0.40	0.53	0.65	0.70	0.84	1.00
<b>INTERIOR MONTE</b>									
ESTUDIO 1999	0.14	0.21	0.25	0.35	0.46	0.55	0.61	0.78	1.00
ESTUDIO 2006	0.14	0.21	0.25	0.34	0.44	0.53	0.59	0.77	1.00
<b>INTERIOR VALLE</b>									
ESTUDIO 1999	0.12	0.17	0.21	0.28	0.37	0.48	0.55	0.73	1.00
ESTUDIO 2006	0.13	0.17	0.21	0.28	0.37	0.47	0.55	0.73	1.00

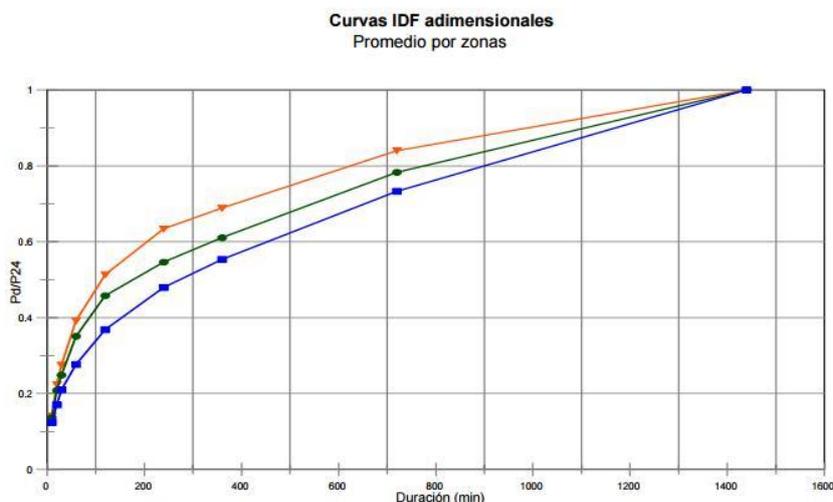


Figura 3.2. Comparación de las curvas IDF adimensionales

En el caso de la construcción de la línea Lugaritz-Miraconcha del Metro de Donostialdea, se toma la zona como costa. En cuanto al tiempo de concentración, al tratarse de cuencas con pequeña superficie de aportación, se adopta un valor mínimo de 10 minutos.

Con estas aclaraciones, y entrando en la tabla anterior, donde se adopta un valor de  $P_d/P_{24h}$  de 0,15, se obtiene el siguiente valor de la precipitación total diaria:

$$P_d = 0,15 \cdot 170 = 25,5 \text{ mm}$$

Finalmente, se obtiene la intensidad media de precipitaciones para un tiempo de concentración de 10 minutos (0,167h):

$$I_t = 25,5 / 0,167 = 153 \text{ mm/h}$$

Debido a la cercanía y la homogeneidad que presentan las diferentes cuencas de aportación, esta intensidad calculada será válida para todas ellas.

#### 4. DRENAJE DE ESTACIONES Y TÚNELES

Tal y como se ha introducido en el apartado tercero de este anejo, una vez realizado el estudio hidrológico, se procede al cálculo de los caudales a considerar dentro del túnel ferroviario.

El caudal total a considerar en cada uno de los tramos del túnel será la suma de dos componentes: caudal de aportación que entrará al túnel a través de los elementos singulares y el caudal de infiltración del túnel y dichos accesos.

#### **4.1. Caudal de escorrentía superficial**

Para la determinación del caudal de aportación que se introducirá por cada uno de los elementos singulares del Metro, se va a utilizar la fórmula racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3600}$$

Donde:

- Q =caudal de cálculo en el punto de desagüe de la superficie drenada, en l/s.
- C =coeficiente medio de escorrentía de la superficie drenada.
- I = intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración Tc, sobre la cuenca o superficie drenada, en mm/h.
- A =área de la cuenca o superficie drenada, en m<sup>2</sup>.

Los elementos singulares del Metro, como son las bocas de acceso de la estación de Benta Berri, las rampas de ataque de la Avda. Zarautz y de Pío Baroja, o las ventilaciones, están integrados en entornos urbanos consolidados, por lo que la infiltración de la escorrentía superficial al terreno será prácticamente nula.

De hecho, tal y como se expone a continuación, la precipitación que filtrará hacia el túnel será la que vierta directamente sobre las rejillas de ventilación, sin que haya infiltración hacia el terreno previo a la entrada hacia el túnel. Por lo tanto, aunque la tabla 4.2.4.2a de la “Instrucción de Carreteras 5.1 Drenaje” dé un coeficiente de escorrentía de 0,9, debido a la razón que se acaba de introducir, se adoptará un valor del coeficiente de unidad.

Tipo de superficie	Coefficiente de escorrentía
Pavimentos de hormigón y bituminosos	0,70 a 0,95
Pavimentos de macadam	0,25 a 0,60
Adoquinados	0,50 a 0,70
Superficie de grava	0,15 a 0,30
Zonas arboladas y bosque	0,10 a 0,20
Zonas con vegetación densa: Terrenos granulares Terrenos arcillosos	0,05 a 0,35 0,15 a 0,50
Zonas con vegetación media: Terrenos granulares Terrenos arcillosos	0,10 a 0,50 0,30 a 0,75
Tierra sin vegetación	0,20 a 0,80
Zonas cultivadas	0,20 a 0,40

Figura 4.1. Coeficiente de escorrentía (5.1. I.C. Drenaje)

El último parámetro a considerar será el área de aportación de cada uno de los elementos descritos. Para el cálculo de los caudales que absorben las ventilaciones, se va a considerar el área de la rejilla que quedará integrada en la urbanización. Esta hipótesis es la menos conservadora, puesto que se está asumiendo que no hay llegará escorrentía de la urbanización perimetral a dicho elemento.

Las tres rejillas de las ventilaciones de Benta Berri quedan integradas en zona de jardín, por lo que desde el punto de vista constructivo, se elevará ligeramente la rejilla para evitar que la escorrentía del jardín vierta a estos pozos de ventilación.

En cuanto a las rampas de ataque y las bocas de acceso a la estación de Benta Berri, la urbanización exterior tendrá una red de recogida de aguas pluviales y unas pendientes del pavimento tal que el agua de escorrentía no verterá hacia dentro del Metro en ningún caso. Por lo tanto, la aportación de caudal de estas obras singulares será exclusivamente por infiltración de los hastiales.

La excepción será la rampa de ataque de Pío Baroja. Una vez se ejecute la línea de Metro entre Lugaritz y Miraconcha, esta rampa de ataque quedará en uso con una función doble: salida de emergencia del Metro y ventilación. Para esta segunda función a desarrollar durante la fase de explotación de la infraestructura ferroviaria será necesario ubicar una rejilla en la salida, junto al Polideportivo de Pío Baroja. Por lo tanto, al igual que se ha hecho en las ventilaciones de la estación de Benta Berri, habrá que considerar la escorrentía superficial que se filtrará hacia el túnel.

Esta escorrentía será la correspondiente al área de la rejilla, ya que la precipitación que vierte en el talud de aguas arriba y de la urbanización será recogida mediante la red de drenaje de la urbanización.

Tabla 4.1. Caudales por escorrentía superficial

OBRA SINGULAR	ÁREA (m <sup>2</sup> )	It (mm/h)	C	Q (l/s)
POZO DE VENTILACIÓN SUR BENTA BERRI	22,4	153	1	<b>0,95</b>
POZO DE VENTILACIÓN EBA BENTA BERRI	19,4	153	1	<b>0,82</b>
POZO DE VENTILACIÓN NORTE BENTA BERRI	22,98	153	1	<b>0,98</b>
VENTILACIÓN RAMPA PÍO BAROJA	35,3	153	1	<b>1,50</b>

#### 4.2. Caudal de infiltración del túnel

Los caudales de infiltración de agua al túnel principal y a las obras singulares se obtienen a partir de las conclusiones obtenidas en el anejo geológico-geotécnico de este Proyecto.

En dicho anejo se plantean los siguientes valores de infiltración:

- Rampas y cañones: 0.2-0.4 m<sup>3</sup>/min\*km
- Túnel principal: 0,3-0,6 m<sup>3</sup>/min\*km

De cara al cálculo de los caudales infiltrados en cada uno de estos elementos subterráneos, se van a adoptar valores máximos del rango marcado en el anejo geológico-geotécnico, para que el sistema de conducciones de saneamiento y bombeo pueda absorber la situación más desfavorable.

- Infiltración de cálculo en rampas y cañones: **6,5 l/s\*km**
- Túnel principal: **10 l/s\*km**

Con estos valores de infiltración unitaria se procede al cálculo de los caudales totales de aportación de cada uno de los elementos singulares y de los diferentes tramos del túnel. Se resumen estos valores en la siguiente tabla

Tabla 4.2. Caudales de los elementos singulares

	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Pendiente	Infiltración (l/s*km)	Caudal (l/s)
<b>Tramo 1</b>	0+000,000	0+151,554	151,554	0,500%	10,0	<b>1,52</b>
<b>Tramo 2</b>	0+151,554	1+099,000	947,446	3,350%	10,0	<b>9,47</b>
<b>Tramo 3</b>	1+099,000	1+193,380	94,380	0,000%	10,0	<b>0,94</b>
<b>Tramo 4</b>	1+193,380	1+592,872	399,492	2,350%	10,0	<b>3,99</b>
<b>Tramo 5</b>	1+592,972	2+209,644	616,672	1,725%	10,0	<b>6,17</b>
<b>Tramo 6</b>	2+209,644	2+268,707	59,063	3,000%	10,0	<b>0,59</b>
<b>Rampa Ataque Avda. Zarautz</b>	0+870,000		205,960	15,000%	6,5	<b>1,34</b>
<b>Ventilación PV1</b>	1+065,000		48,000	1,000%	6,5	<b>0,31</b>
<b>Cañón sur</b>	1+085,000		120,680	57,700%	6,5	<b>0,78</b>
<b>Ventilación EBA</b>	1+165,000		20,000	1,000%	6,5	<b>0,13</b>
<b>Cañón norte</b>	1+185,000		157,398	57,700%	6,5	<b>1,02</b>
<b>Ventilación PV2</b>	1+288,000		70,000	1,000%	6,5	<b>0,46</b>
<b>Rampa Ataque Pío Baroja</b>	2+140,000		511,580	15,000%	6,5	<b>3,33</b>

#### 4.3. Dimensionamiento del drenaje del túnel

Una vez se tienen los caudales que verterán hacia dentro del túnel, tanto de escorrentía superficial como de la infiltración de los elementos singulares y del propio túnel, este apartado 4.3. pasa a dimensionar el sistema de drenaje del túnel y de los elementos singulares.

Para realizar el dimensionamiento, previamente, se va a sectorizar los ejes que componen la línea de Metro y sus elementos auxiliares. Y para cada uno de estos sectores se determinará tanto el material de la canalización como las características geométricas.

La primera zona de estudio será aquella que desagüe en el depósito de retención del pozo de bombeo 1, junto a la boca sur de la Estación de Benta Berri. A dicho bombeo llegará el siguiente caudal:

- PB1-1: Infiltración del túnel.
- PB1-2: Infiltración de la rampa de ataque de la Avda. Zarautz.
- PB1-3: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB1-1 y PB1-2).
- PB1-4: Caudal de escorrentía superficial filtrado por rejilla de ventilación sur de la estación de Benta Berri y caudal de infiltración de la galería de ventilación PV-1.
- PB1-5: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB1-3 y PB1-4).
- PB1-6: Infiltración del cañón de acceso sur de la estación de Benta Berri.
- PB1-7: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB1-5 y PB1-6).

Estos resultados se detallan en la siguiente tabla.

*Tabla 4.3. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB1*

Evacuación	Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Pendiente	Caudal (l/s)	Conducción	Capacidad (l/s)	% llenado	
<b>PB1</b>	PB1-1	0+151,554	0+870,000	718,446	3,350%	7,18	PVC315mm	133,47	5,38%	
	PB1-2	<b>Rampa Avda. Zarautz</b>		205,960	15,000%	1,34	PVC200mm	114,11	1,17%	
	PB1-3	0+870,000	1+045,000	175,000	3,350%	10,27	PVC315mm	133,47	7,70%	
	PB1-4	<b>Ventilación sur Benta Berri</b>				1,000%	1,26	PVC200mm	29,46	4,29%
	PB1-5	1+045,000	1+085,000	40,000	3,350%	11,94	PVC315mm	133,47	8,94%	
	PB1-6	<b>Cañón sur Benta Berri</b>				1,000%	0,78	PVC200mm	29,46	2,66%
	PB1-7	1+085,000	1+099,000	14,000	1,000%	<b>12,86</b>	PVC315mm	72,92	17,64%	

La segunda zona de estudio será la propia Estación de Benta Berri, incluyendo el andén, la ventilación EBA y el cañón de acceso norte de dicha estación. Los resultados de esta segunda zona se exponen a continuación.

- PB2-1: Infiltración de la caverna de la estación.
- PB2-2: Caudal de escorrentía superficial filtrado por rejilla de ventilación EBA de la estación de Benta Berri y caudal de infiltración de la galería de ventilación EBA.

- PB2-3: Infiltración de la caverna, sumado al caudal (PB2-1 y PB2-2).
- PB2-4: Infiltración del cañón de acceso norte de la estación de Benta Berri.
- PB2-5: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB2-3 y PB2-4).

Estos resultados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.4. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB2

Evacuación	Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Pendiente	Caudal (l/s)	Conducción	Capacidad (l/s)	% llenado
<b>PB2</b>	PB2-1	1+099,000	1+155,000	56,000	0,005%	0,56	PVC400mm	5,16	10,86%
	PB2-2	<b>Ventilación EBA</b>			1,000%	0,95	PVC200mm	29,46	3,24%
	PB2-3	1+155,000	1+185,000	30,000	0,005%	1,81	PVC400mm	7,30	24,85%
	PB2-4	<b>Cañón norte</b>			1,000%	1,02	PVC200mm	29,46	3,47%
	PB2-5	1+185,000	1+193,000	8,000	0,005%	<b>2,92</b>	PVC400mm	7,30	39,96%

Finalmente, la tercera y última zona será la que desaguará en el tercer pozo de bombeo. Este drenaje abarca desde el final de la Estación de Benta Berri hasta el punto alto del acuerdo vertical, en el PK 2+140,493, incluso la ventilación norte de dicha estación y la rampa de ataque de Pío Baroja. Los resultados de esta tercera zona se exponen a continuación:

- PB3-1: Infiltración del túnel.
- PB3-2: Caudal de escorrentía superficial filtrado por rejilla de ventilación norte de la estación de Benta Berri y caudal de infiltración de la galería de ventilación PV-2.
- .
- PB3-3: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB3-1 y PB3-2).
- PB3-4: Infiltración del túnel.
- PB3-5: Caudal de escorrentía superficial filtrado por rejilla de ventilación de la rampa de ataque de Pío Baroja.
- PB3-6: Infiltración de la rampa de ataque de Pío Baroja
- PB3-7: Infiltración del túnel, sumado al caudal (PB3-4, PB3-5 y PB3-6).

Suma de los caudales de los ramales PB3-3 y PB3-7 será la que llegará al pozo de bombeo PB3.

Tabla 4.5. Caudales de aportación al Pozo de Bombeo PB3

Evacuación	Tramo	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Pendiente	Caudal (l/s)	Conducción	Capacidad (l/s)	% llenado	
<b>PB3</b>										
	PB3-1	1+193,000	1+268,000	75,000	2,350%	0,75	PVC315mm	111,79	0,67%	
	PB3-2	<b>Ventilación norte Benta Berri</b>				1,000%	1,43	PVC200mm	29,46	4,86%
	PB3-3	1+268,000	1+592,972	324,972	2,350%	<b>5,43</b>	PVC315mm	111,79	4,86%	
	PB3-4	2+140,493	2+209,644	69,151	1,725%	0,69	PVC315mm	95,78	0,72%	
	PB3-5	<b>Rampa Pío Baroja infiltración</b>				15,000%	3,33	PVC200mm	114,11	4,23%
	PB3-6	<b>Ventilación Rampa Pío Baroja</b>					1,50			
	PB3-7	2+140,493	1+592,972	547,521	1,725%	<b>10,99</b>	PVC315mm	95,78	11,48%	
	<b>PB3</b>					<b>16,42</b>				

Como se puede observar en las tres tablas, el llenado de la red de drenaje planteada es relativamente bajo.

Para el drenaje longitudinal del túnel, se proyecta una tubería de PVC de 315mm de diámetro. La elección de este diámetro frente a tuberías de 200mm, que tendrían capacidad hidráulica suficiente, se debe a motivos de mantenimiento.

La única excepción en este drenaje longitudinal tendrá lugar en la estación de Benta Berri, ya que en esta zona la pendiente longitudinal de la plataforma ferroviaria será prácticamente nula. Por esta razón es previsible que se den fenómenos de sedimentación dentro de la tubería, por lo que se plantea una tubería de 400 mm de PVC.

En cuanto a las bajantes, se proyectan tuberías de PVC de 200 mm de diámetro.

La recogida del caudal de infiltración desde el trasdós del túnel principal y las obras singulares hasta la canalización principal de estos elementos se hará mediante la combinación de los siguientes elementos.

El agua recogida por los drenajes en el trasdós del sostenimiento del túnel, pasa por un tubo de PVC liso de 110 mm de diámetro, para descargar en canaletas semicirculares de media caña de diámetro 100 mm, con una equidistancia de 5 m. Desde estas canaletas de media caña, el agua es descargada a unas cunetas laterales de sección rectangular, con ancho 0.30 m.

Finalmente, desde estas canaletas laterales se llevará el caudal hasta el colector principal mediante 2 tubos de PVC de 75mm de diámetro. Estos conductos transversales se colocarán con una equidistancia de 25 metros y descargarán en arquetas en el centro del túnel. Esta equidistancia entre arquetas facilita las labores de mantenimiento y comprobación de la eficacia del sistema.

Las arquetas del colector central, con equidistancia de 25 metros, tendrán unas dimensiones de 0,5x0,5 metros.

#### **4.4. Dimensionamiento de los pozos de bombeo**

Finalmente, una vez se ha sectorizado en tres tramos diferentes la zona subterránea de estudio, se procede al dimensionamiento de las propias bombas y el aljibe de almacenamiento de cada una de ellas.

#### **4.4.1. Pozo de Bombeo PB1**

Este pozo de bombeo, tal y como se ha descrito en el apartado anterior, recogerá las aguas de infiltración desde el PK 0+151,554 hasta el inicio de la Estación de Benta Berri, donde se ubicará dicho bombeo. Además, también recogerá el caudal de infiltración de la rampa de la Avda. Zarautz y del cañón de acceso sur a la mencionada estación. Finalmente, para un periodo de retorno de 25 años, el bombeo tendrá que elevar el agua de escorrentía subterránea filtrada mediante la ventilación sur de la estación de Benta Berri.

El caudal a bombear, para un aguacero máximo en 25 años, sería de 12,86 l/s. El dimensionamiento del depósito de almacenamiento del bombeo dependerá de dicho caudal y del tiempo de almacenamiento que se quiera lograr. Dicho tiempo, a su vez, establecerá el tiempo de encendido de las bombas.

- $T = 1 \text{ min} \rightarrow V = 0,747 \text{ m}^3$ .
- $T = 10 \text{ min} \rightarrow V = 7,47 \text{ m}^3$ .
- $T = 20 \text{ min} \rightarrow V = 14,94 \text{ m}^3$ .
- $T = 1 \text{ h} \rightarrow V = 44,82 \text{ m}^3$ .

Con estos valores, se considera un volumen de almacenamiento óptimo **15,63m<sup>3</sup>**, con lo que conseguiría un tiempo de almacenamiento de 20 minutos hasta tener la necesidad de activar las bombas. Este volumen se lograría mediante un cubo de 2,5 metros de lado.

La diferencia de cota entre la aspiración de las bombas de impulsión y la arqueta de rotura en la Avda. Zarautz es de 27,10 metros. Para determinar la altura equivalente de las pérdidas de carga en la tubería, se considera la longitud de la tubería de impulsión, de 107 metros y los siete codos a disponer en dicha impulsión. Por lo tanto, la altura equivalente a las pérdidas de carga citadas sería de 15 metros.

Para la determinación del sistema de bombeo, por lo tanto, se consideran estos datos de partida.

- 1 bomba sumergida + 1 bomba de reserva.
- Caudal de impulsión = 12,86 l/s
- Altura equivalente = 42,10 metros.

Las características de las bombas elegidas para satisfacer estos requerimientos se anexan en el apéndice 1 de este anejo.

#### **4.4.2. Pozo de Bombeo PB2**

Este segundo pozo de bombeo recogerá las aguas de infiltración de la Estación de Benta Berri y el cañón norte de dicha estación, y el caudal de escorrentía superficial filtrado por la rejilla de la ventilación bajo andén EBA.

El caudal a bombear, para un aguacero máximo en 25 años, sería de 2,92l/s. El dimensionamiento del depósito de almacenamiento del bombeo dependerá de dicho caudal y del tiempo de almacenamiento que se quiera lograr. Dicho tiempo, a su vez, establecerá el tiempo de encendido de las bombas.

- $T = 1 \text{ min} \rightarrow V = 0,16 \text{ m}^3$ .
- $T = 10 \text{ min} \rightarrow V = 1,63 \text{ m}^3$ .
- $T = 20 \text{ min} \rightarrow V = 3,25 \text{ m}^3$ .
- $T = 1 \text{ h} \rightarrow V = 9,76 \text{ m}^3$ .

Con estos valores, aunque se traten de valores cuantitativamente inferiores a los otros dos pozos de bombeo, se adoptará una geometría del depósito de retención idéntica a dichos casos. Este volumen se lograría mediante un cubo de 2,5 metros de lado.

La diferencia de cota entre la aspiración de las bombas de impulsión y la arqueta de rotura en el parque de Benta Berri, junto a la ventilación norte de la estación homónima es de 45,50 metros. Para determinar la altura equivalente de las pérdidas de carga en la tubería de impulsión, se considera su longitud, que son 150 metros, y 8 codos necesarios. Por lo tanto, la altura equivalente a las pérdidas de carga citadas sería de 19 metros.

Para la determinación del sistema de bombeo, por lo tanto, se consideran estos datos de partida.

- 1 bomba sumergida + 1 bomba de reserva.
- Caudal de impulsión = 2,92 l/s
- Altura equivalente = 64,50 metros.

Tal y como se expone en el apéndice 2 de este anejo, donde se presentan las especificaciones de las bombas a colocar en el pozo de bombeo PB2, la altura equivalente a elevar es comparativamente muy alta para el pequeño caudal a bombear. Para la altura considerada, el rendimiento de las bombas comerciales sería bajo para los caudales de aportación, por lo que se considera conveniente, desde el punto de vista de la explotación de dichas bombas, retener el caudal y poner en funcionamiento las bombas para impulsar con un caudal mínimo de 10 l/s

#### **4.4.3. Pozo de Bombeo PB3**

Finalmente, el tercer pozo de bombeo recogerá las aguas de infiltración desde la Estación de Benta Berri hasta el punto alto del acuerdo vertical en el PK 2+140,493 y el proveniente de la rampa de ataque de Pío Baroja. Además de ello, habrá que considerar el caudal de escorrentía superficial que se filtra por la rejilla de ventilación norte de la Estación de Benta Berri y la infiltración propia de dicha ventilación.

El caudal a bombear, para un aguacero máximo en 25 años, sería de 16,42 l/s. El dimensionamiento del depósito de almacenamiento del bombeo dependerá de dicho caudal y del tiempo de almacenamiento que se quiera lograr. Dicho tiempo, a su vez, establecerá el tiempo de encendido de las bombas.

- $T = 1 \text{ min} \rightarrow V = 0,86 \text{ m}^3$ .
- $T = 10 \text{ min} \rightarrow V = 8,62 \text{ m}^3$ .
- $T = 20 \text{ min} \rightarrow V = 17,24 \text{ m}^3$ .
- $T = 1 \text{ h} \rightarrow V = 51,73 \text{ m}^3$ .

Con estos valores, se considera un volumen de almacenamiento óptimo **15,63m<sup>3</sup>**, con lo que conseguiría un tiempo de almacenamiento de 16 minutos hasta tener la necesidad de activar las bombas. Este volumen se lograría mediante un cubo de 2,5 metros de lado.

La diferencia de cota entre la aspiración de las bombas de impulsión y la cota inferior de la cámara de rotura en superficie es de 36,80 metros. Para determinar la altura equivalente de las pérdidas de carga en la tubería, se considera una longitud de 40 metros, dos codos en alzado. Por lo tanto, la altura equivalente a las pérdidas de carga citadas sería de 5 metros.

Para la determinación del sistema de bombeo, por lo tanto, se consideran estos datos de partida.

- 1 bomba sumergida + 1 bomba de reserva.
- Caudal de impulsión = 20 l/s (se adopta una bomba de mayor capacidad debido a que se trata de un punto bajo del túnel).
- Altura equivalente = 41,80 metros.

Las características de las bombas elegidas para satisfacer estos requerimientos se anexan en el apéndice 3 de este anejo.

## **5. IMPERMEABILIZACIÓN**

Finalmente, en el quinto apartado de este anejo se procede a proyectar la impermeabilización de las obras de hormigón incluidas en el Proyecto.

La impermeabilización de estos elementos se conseguirá mediante una lámina de polietileno de 2mm de espesor. Junto a la capa de impermeabilización se colocará un geotextil no tejido de 500g/m<sup>2</sup>.

# **APÉNDICE N° 1. ESPECIFICACIONES BOMBA PB1.**





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

Posición	Contar	Descripción
	2	<p>SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D</p>  <p>Advierta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p>Código: 98179850</p> <p>Las bombas SEV/SLV, 9 - 30 kW, son una gama especialmente diseñadas para el bombeo de aguas residuales en una amplia variedad de aplicaciones municipales e industriales.</p> <p>SEV/SLV incorporan impulsor SuperVortex con 80 mm paso libre de sólidos y están diseñadas para aplicaciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• plantas de tratamiento de agua residual</li> <li>• estaciones de bombeo municipales</li> <li>• edificios públicos</li> <li>• bloques de pisos</li> <li>• industrias</li> <li>• garajes</li> <li>• parkings subterráneos</li> <li>• áreas de lavado de vehículos</li> <li>• restaurantes y hoteles.</li> </ul> <p>Las bombas son adecuadas para su instalación temporal como permanente. El asa de elevación incorporada facilita su transporte así como su instalación en la propia instalación.</p> <p>Están fabricadas en materiales resistentes, como fundición y acero inoxidable. Estos materiales aseguran un adecuado funcionamiento.</p> <p>La bomba es fácil de mantener gracias a sus características como cierre mecánico doble con un diseño único de cartucho y un conector de entrada de cable.</p> <p>El cierre de cartucho permite una sustitución muy sencilla sin tener que utilizar herramientas especiales y el conector de la entrada de cable permite desmontar el cable sin quitar la parte superior del motor.</p> <p>Este diseño smartdesing elimina el riesgo de una instalación defectuosa.</p> <p>La bomba viene equipada con un motor de alta eficiencia Grundfos Blueflux.</p> <p>La bomba tiene DN80 puerto de descarga.</p> <p>La versión SLV es para instalación sumergida tanto con sistema de autoacoplamiento como libre instalación y la bomba SEV puede utilizarse para instalación en seco, tanto con autoacoplamiento como libre o instalación vertical/horizontal en soporte.</p> <p><b>Paneles control:</b></p> <p>Sensor de humedad: con sensores de humedad Water-in-air_sensor: N</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 0 .. 40 °C Temp. líquido: 20 °C</p>

Posición	Contar	Descripción
		<p><b>GRUNDFOS</b> </p> <p>Empresa: Creado Por: Teléfono:</p> <p>Datos: 3/1/2016</p>
		<p>Densidad: 1000 kg/m<sup>3</sup> Viscosidad cinemática: 1 mm<sup>2</sup>/s</p> <p><b>Técnico:</b> Caudal real calculado: 13.2 l/s Altura resultante de la bomba: 42.56 m Tipo de impulsor: SUPERVORTEX Diámetro máximo de las partículas: 80 mm Eje primario de cierre: SIC-SIC Eje secundario de cierre: SIC-CARBON Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B</p> <p><b>Materiales:</b> Cuerpo hidráulico: Fundición EN-GJL250 Impulsor: Fundición dúctil EN-GJS 500-7 Material: Bomba entera en hierro fundido Motor: Fundición EN-GJL250</p> <p><b>Instalación:</b> Temperatura ambiental máxima: 40 °C Aspiración: DN100 Descarga: DN80 Profundidad máxima de instalación: 20 m Autoacoplamiento: 96102240 Base: 96102313 Tamaño cuadro: 52</p> <p><b>Datos eléctricos:</b> Potencia de entrada - P1: 19 kW Potencia nominal - P2: 17 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 380-415/660-690 V Toler. tensión: +10/-10 % Máximos encendidos por hora: 20 Corriente nominal: 34-32/20-19 A Consumo de corriente máximo: 33 A Intensidad de arranque: 315 A Corriente nominal sin carga: 12.8 A Velocidad nominal: 2950 rpm Rendimiento del motor a carga total: 88 % Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 88 % Rendimiento del motor a 1/2 carga: 84 % Número de polos: 2 Tipo de arranque: Estrella/triángulo Grado de protección (IEC 34-5): IP68 Clase de aislamiento (IEC 85): H Prueba de explosión: no Protección estándar Ex: N Longitud de cable: 10 m Tipo de cable: S1BN8-F Winding resistance: 0,400 Ohm Cos phi 1/1: 0,86 Cos phi 1/2: 0,73 Cos phi 3/4: 0,82</p> <p><b>Otros:</b></p>



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

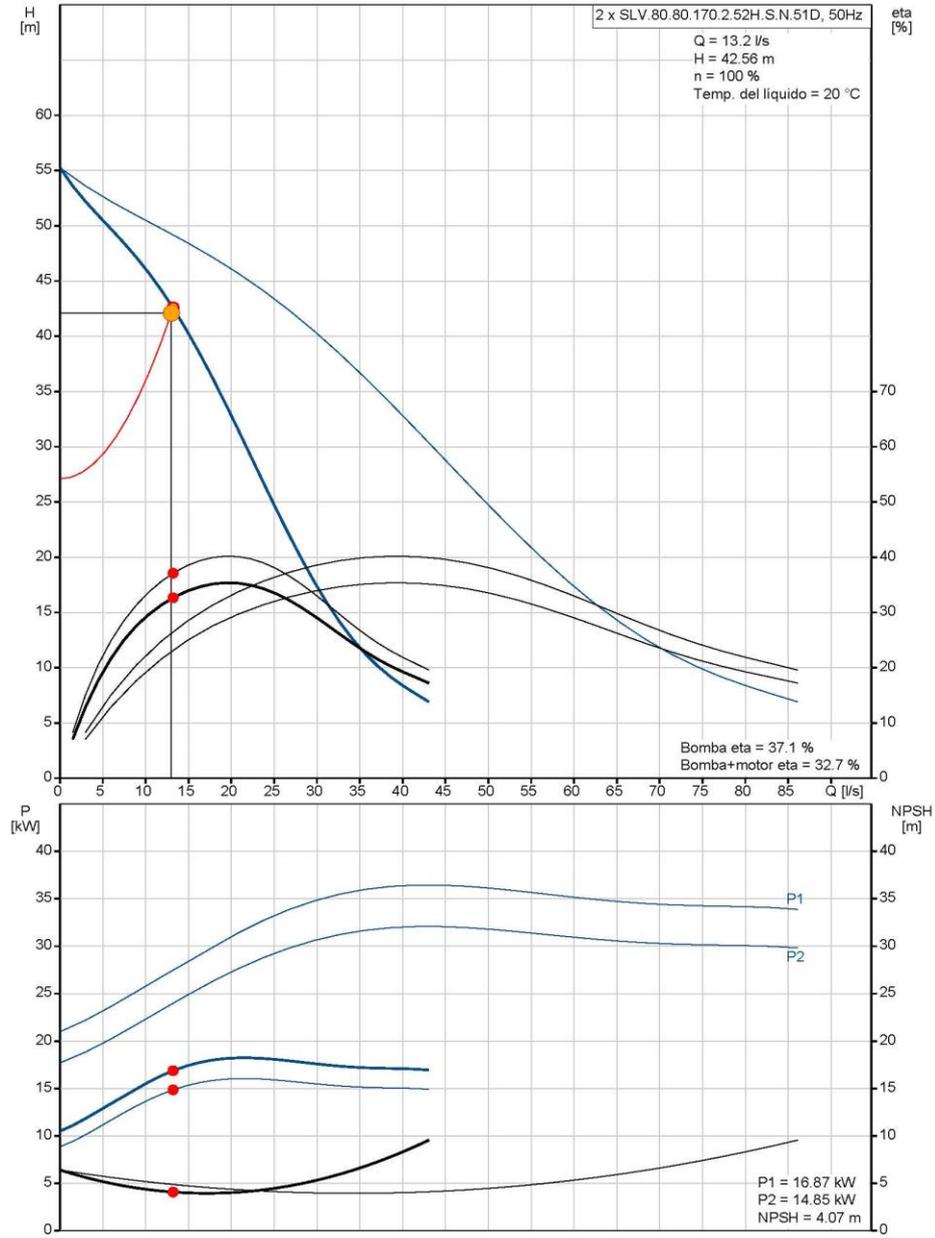
Posición	Contar	Descripción
		Peso neto: 274 kg



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

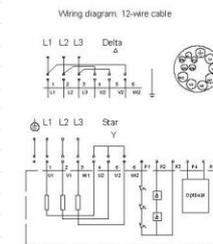
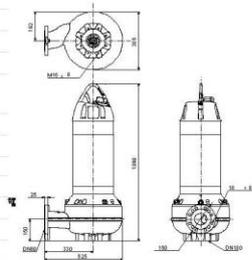
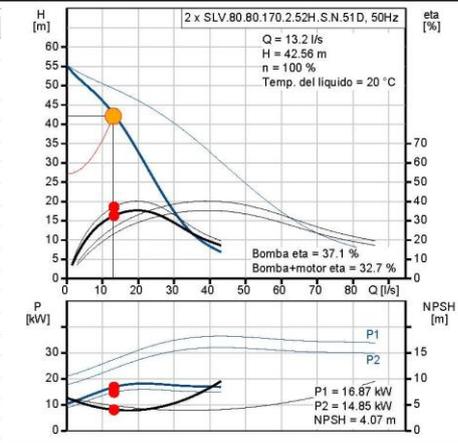
4/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

Descripción	Valor
<b>Información general:</b>	
Producto::	SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D
Código::	98179850
Número EAN::	5710629631985
<b>Técnico:</b>	
Caudal real calculado:	13.2 l/s
Caudal máximo:	43.1 l/s
Altura resultante de la bomba:	42.56 m
Altura máxima:	55 m
Tipo de impulsor:	SUPERVORTEX
Diámetro máximo de las partículas:	80 mm
Eje primario de cierre:	SIC-SIC
Eje secundario de cierre:	SIC-CARBON
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Camisa de refrigeración:	N
<b>Materiales:</b>	
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-GJL250
Impulsor:	Fundición dúctil EN-GJS 500-7
Material:	Bomba entera en hierro fundido
Motor:	Fundición EN-GJL250
<b>Instalación:</b>	
Temperatura ambiental máxima:	40 °C
Aspiración:	DN100
Descarga:	DN80
Profundidad máxima de instalación:	20 m
Instalación:	S
Inst. en seco / sumergida:	S
Instalación:	vertical
Autoacoplamiento:	96102240
Base:	96102313
Tamaño cuadro:	52
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	1000 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm²/s
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia de entrada - P1:	19 kW
Potencia nominal - P2:	17 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415/660-690 V
Toler. tensión:	+10/-10 %
Máximos encendidos por hora:	20
Corriente nominal:	34-32/20-19 A
Consumo de corriente máximo:	33 A
Intensidad de arranque:	315 A
Corriente nominal sin carga:	12.8 A
Velocidad nominal:	2950 rpm





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

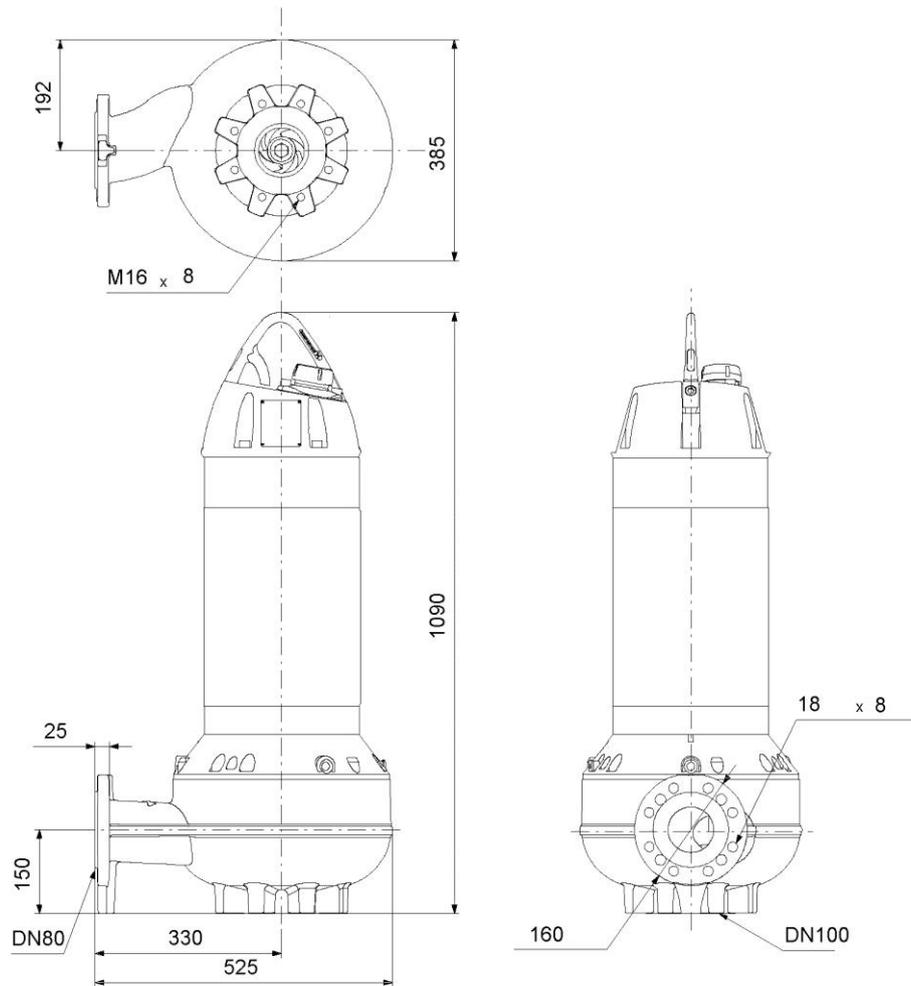
Descripción	Valor
Rendimiento del motor a carga total:	88 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	88 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	84 %
Número de polos:	2
Tipo de arranque:	Estrella/triángulo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	H
Prueba de explosión:	no
Protección estándar Ex:	N
Protección del motor:	KLIXON
Longitud de cable:	10 m
Tipo de cable:	S1BN8-F
Dimensiones del cable:	7X4+ 5X1,5
Cable resist.:	4,95 mOhm/m
Winding resistance	0,400 Ohm
Cos phi 1/1:	0,86
Cos phi 1/2:	0,73
Cos phi 3/4:	0,82
<b>Paneles control:</b>	
Sensor de humedad:	con sensores de humedad
Water-in-air_sensor:	N
<b>Otros:</b>	
Peso neto:	274 kg

**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

7/11

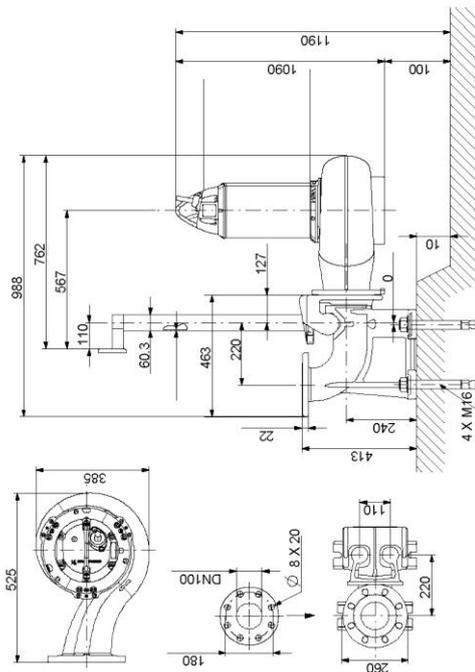
**GRUNDFOS**



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

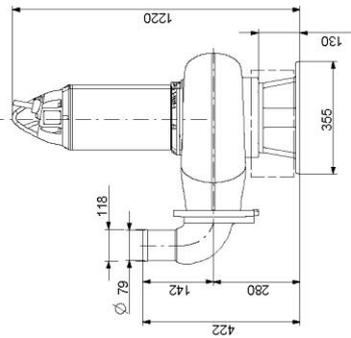
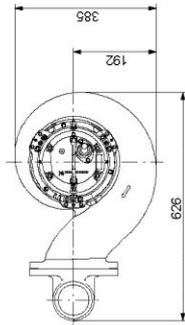
**GRUNDFOS**



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

**98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz**



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

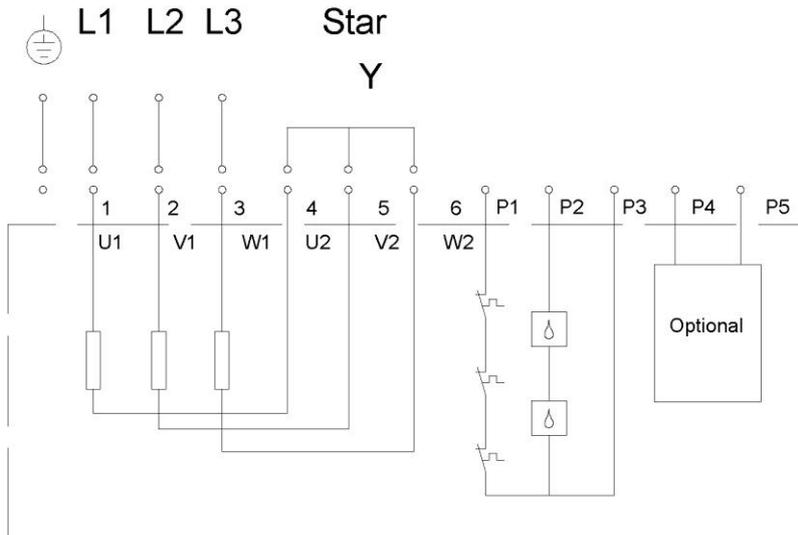
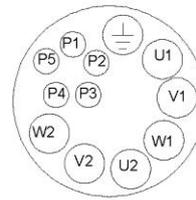
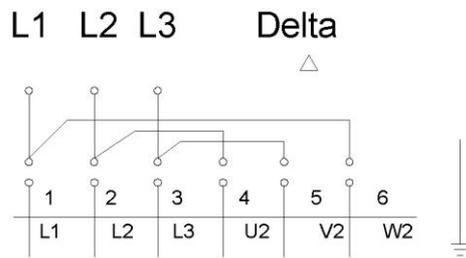
**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz

Wiring diagram. 12-wire cable



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

10/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

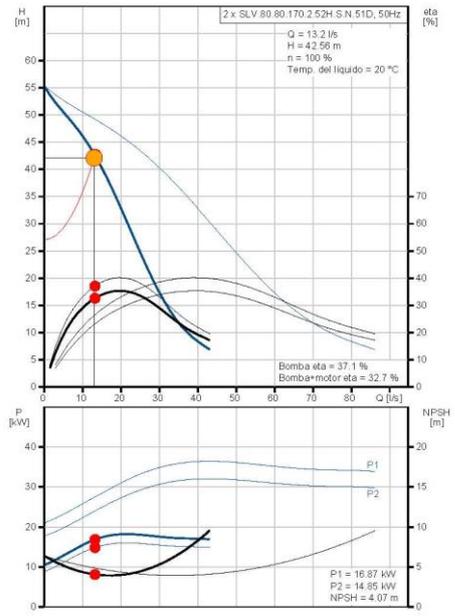
Datos: 3/1/2016

**98179850 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D 50 Hz**

Entrada	
<b>General</b>	
Aplicación	Aguas residuales
Área de aplicación	Aguas residuales
Application type	Tanque de retención de aguas pluviales
Instalación	Bomba sumergible con sistema de autoacoplamiento
Número total de bombas	2
Número de bombas de reserva	1
Caudal de descarga (Q)	13 l/s
Altura geodésica	27.1 m
Viscosidad	1 mm <sup>2</sup> /s
Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
Pérdidas de carga en la tubería	15 m
Prefer fast delivery	No
<b>Sus requisitos</b>	
Regulación de velocidad	No
Bajo dimensionado permitido	5 %
Temp. líquido <= 40?	Sí
Nº pto trabajo	1
Camisa de refrigeración requerida	No
<b>Seleccione el tipo de hidráulica</b>	
Impulsor de canal	Sí
Impulsor Vortex	Sí
S-tube	Sí
<b>Seleccione el tipo de motor</b>	
	Motor estándar
<b>Edite Perfil de Carga</b>	
Perfil de consumo	Explotación a plena carga
Peiodo	Día
Horas de funcionamiento por día	12 h/día
<b>Condiciones de funcionamiento</b>	
Frecuencia	50 Hz
Fase	1 o 3
<b>Ajustes de la lista de selección</b>	
Precio de energía	0.15 €/kWh
Incremento del precio de la energía	6 %
Periodo de cálculo	10 años

Perfil func.		
	1	
Caudal	100	%
Alt.	101	%
P1	16.87	kW
Total Eta	32.7	%
Time	4380	h/a
Consumo energía	72788	kWh/Año
Cantidad	1	

Resultado de la selección	
Tipo	SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D
Caudal	13.2 l/s (+2%)
H geodésic	27.1 m
H total	42.56 m (+1%)
Caudal tot	204984 m <sup>3</sup> /año
Arranque máx./hora	20
Pot. P1	16.88 kW
Pot. P2	14.85 kW
NPSH requerido	4.071 m
BombaEta	37.1 %
Motor Eta	88.0 %
Bomb+motor Eta	32.7 % =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	32.7 % =Eta relativa punto de trabajo
Mejor eta de bomba	40.2 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Mejor eta bomba + motor	35.4 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Velocidad Nominal de Motor	2950 rpm
Consumo energía	72788 kWh/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /10Años
Cte ciclo vital	176155 € /10Años



## **APÉNDICE Nº 2. ESPECIFICACIONES BOMBA PB2**





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

Posición	Contar	Descripción
	1	<p>SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D</p>  <p>Advierta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p>Código: 98057787</p> <p>Las bombas SEV/SLV, 9 - 30 kW, son una gama especialmente diseñadas para el bombeo de aguas residuales en una amplia variedad de aplicaciones municipales e industriales.</p> <p>SEV/SLV incorporan impulsor SuperVortex con 80 mm paso libre de sólidos y están diseñadas para aplicaciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• plantas de tratamiento de agua residual</li> <li>• estaciones de bombeo municipales</li> <li>• edificios públicos</li> <li>• bloques de pisos</li> <li>• industrias</li> <li>• garajes</li> <li>• parkings subterráneos</li> <li>• áreas de lavado de vehículos</li> <li>• restaurantes y hoteles.</li> </ul> <p>Las bombas son adecuadas para su instalación temporal como permanente. El asa de elevación incorporada facilita su transporte así como su instalación en la propia instalación.</p> <p>Están fabricadas en materiales resistentes, como fundición y acero inoxidable. Estos materiales aseguran un adecuado funcionamiento.</p> <p>La bomba es fácil de mantener gracias a sus características como cierre mecánico doble con un diseño único de cartucho y un conector de entrada de cable.</p> <p>El cierre de cartucho permite una sustitución muy sencilla sin tener que utilizar herramientas especiales y el conector de la entrada de cable permite desmontar el cable sin quitar la parte superior del motor.</p> <p>Este diseño smartdesing elimina el riesgo de una instalación defectuosa.</p> <p>La bomba viene equipada con un motor de alta eficiencia Grundfos Blueflux.</p> <p>La bomba tiene DN80 puerto de descarga.</p> <p>La versión SLV es para instalación sumergida tanto con sistema de autoacoplamiento como libre instalación y la bomba SEV puede utilizarse para instalación en seco, tanto con autoacoplamiento como libre o instalación vertical/horizontal en soporte.</p> <p><b>Paneles control:</b></p> <p>Sensor de humedad: con sensores de humedad Water-in-air_sensor: N</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 0 .. 40 °C Temp. líquido: 20 °C</p>

Posición	Contar	Descripción
		<p><b>GRUNDFOS</b> </p> <p>Empresa: Creado Por: Teléfono:</p> <p>Datos: 3/2/2016</p>
		<p>Densidad: 1000 kg/m<sup>3</sup> Viscosidad cinemática: 1 mm<sup>2</sup>/s</p> <p><b>Técnico:</b> Caudal real calculado: 9.75 l/s Altura resultante de la bomba: 63.56 m Tipo de impulsor: SUPERVORTEX Diámetro máximo de las partículas: 80 mm Eje primario de cierre: SIC-SIC Eje secundario de cierre: SIC-CARBON Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B</p> <p><b>Materiales:</b> Cuerpo hidráulico: Fundición EN-GJL250 Impulsor: Fundición dúctil EN-GJS-500-7 Material: Bomba entera en hierro fundido Motor: Fundición EN-GJL250</p> <p><b>Instalación:</b> Temperatura ambiental máxima: 40 °C Aspiración: DN100 Descarga: DN80 Profundidad máxima de instalación: 20 m Autoacoplamiento: 96102240 Base: 96102313 Tamaño cuadro: 52</p> <p><b>Datos eléctricos:</b> Potencia de entrada - P1: 30 kW Potencia nominal - P2: 26.5 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 380-415/660-690 V Toler. tensión: +10/-10 % Máximos encendidos por hora: 20 Corriente nominal: 56-51/32-31 A Consumo de corriente máximo: 53 A Intensidad de arranque: 332 A Corriente nominal sin carga: 24.6 A Velocidad nominal: 2955 rpm Rendimiento del motor a carga total: 88 % Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 87 % Rendimiento del motor a 1/2 carga: 85 % Número de polos: 2 Tipo de arranque: Estrella/triángulo Grado de protección (IEC 34-5): IP68 Clase de aislamiento (IEC 85): H Prueba de explosión: no Protección estándar Ex: N Longitud de cable: 10 m Tipo de cable: S1BN8-F Winding resistance: 0,260 Ohm Cos phi 1/1: 0,83 Cos phi 1/2: 0,71 Cos phi 3/4: 0,79</p> <p><b>Otros:</b></p>



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

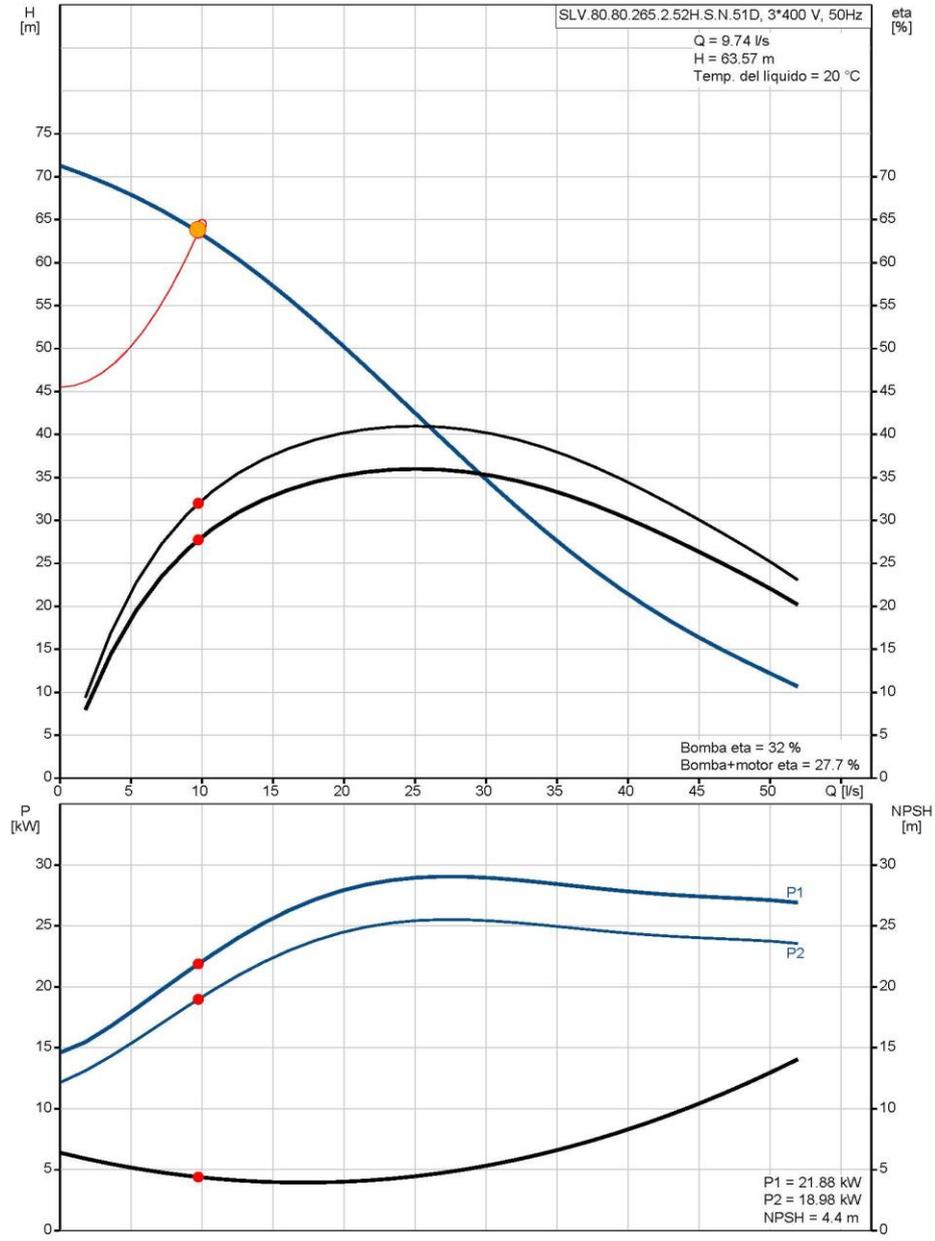
Posición	Contar	Descripción
		Peso neto: 283 kg



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

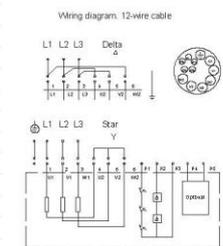
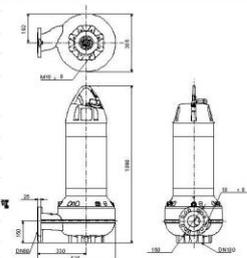
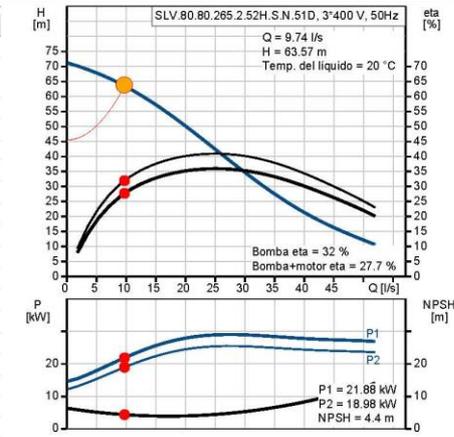
4/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

Descripción	Valor
<b>Información general:</b>	
Producto::	SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D
Código::	98057787
Número EAN::	5710628251771
<b>Técnico:</b>	
Caudal real calculado:	9.75 l/s
Caudal máximo:	51.9 l/s
Altura resultante de la bomba:	63.56 m
Altura máxima:	71 m
Tipo de impulsor:	SUPERVORTEX
Diámetro máximo de las partículas:	80 mm
Eje primario de cierre:	SIC-SIC
Eje secundario de cierre:	SIC-CARBON
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Camisa de refrigeración:	N
<b>Materiales:</b>	
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-GJL250
Impulsor:	Fundición dúctil EN-GJS-500-7
Material:	Bomba entera en hierro fundido
Motor:	Fundición EN-GJL250
<b>Instalación:</b>	
Temperatura ambiental máxima:	40 °C
Aspiración:	DN100
Descarga:	DN80
Profundidad máxima de instalación:	20 m
Instalación:	S
Inst. en seco / sumergida:	S
Instalación:	vertical
Autoacoplamiento:	96102240
Base:	96102313
Tamaño cuadro:	52
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	1000 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm²/s
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia de entrada - P1:	30 kW
Potencia nominal - P2:	26.5 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415/660-690 V
Toler. tensión:	+10/-10 %
Máximos encendidos por hora:	20
Corriente nominal:	56-51/32-31 A
Consumo de corriente máximo:	53 A
Intensidad de arranque:	332 A
Corriente nominal sin carga:	24.6 A
Velocidad nominal:	2955 rpm





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

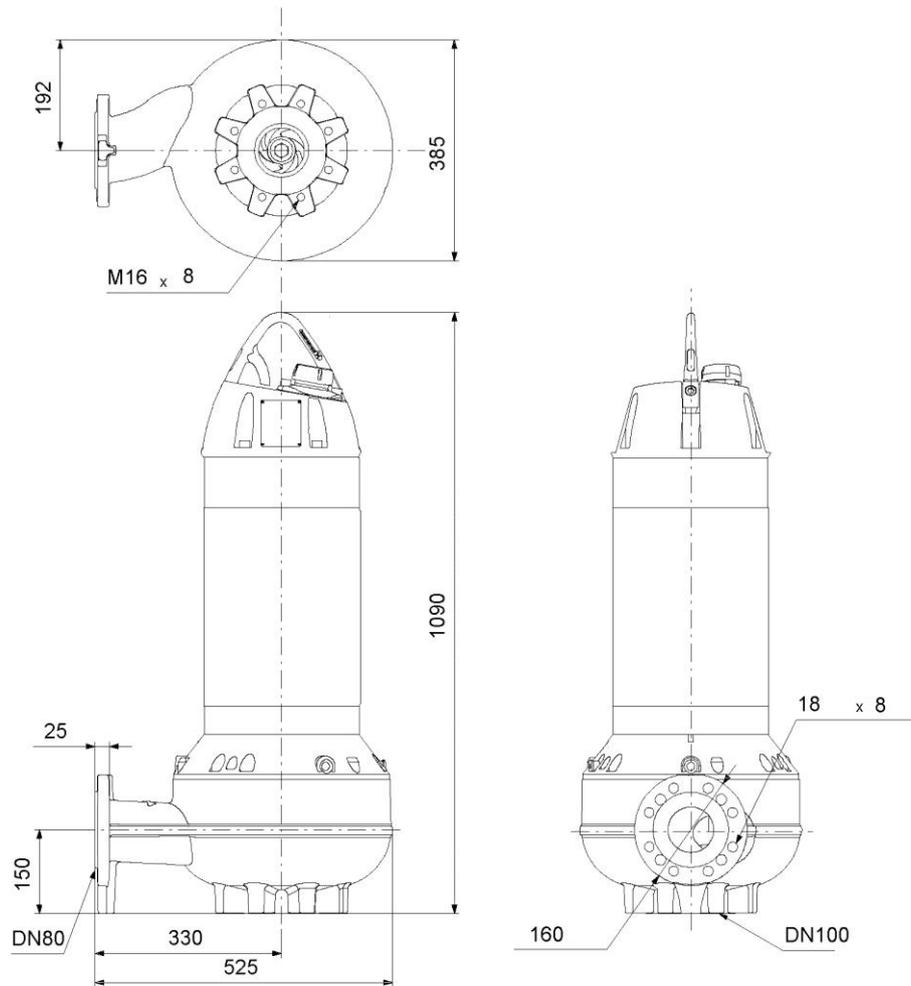
Descripción	Valor
Rendimiento del motor a carga total:	88 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	87 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	85 %
Número de polos:	2
Tipo de arranque:	Estrella/triángulo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	H
Prueba de explosión:	no
Protección estándar Ex:	N
Protección del motor:	KLIXON
Longitud de cable:	10 m
Tipo de cable:	S1BN8-F
Dimensiones del cable:	7X6 + 5X1,5
Cable resist.:	3,30 mOhm/m
Winding resistance	0,260 Ohm
Cos phi 1/1:	0,83
Cos phi 1/2:	0,71
Cos phi 3/4:	0,79
<b>Paneles control:</b>	
Sensor de humedad:	con sensores de humedad
Water-in-air_sensor:	N
<b>Otros:</b>	
Peso neto:	283 kg

**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

**98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz**



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

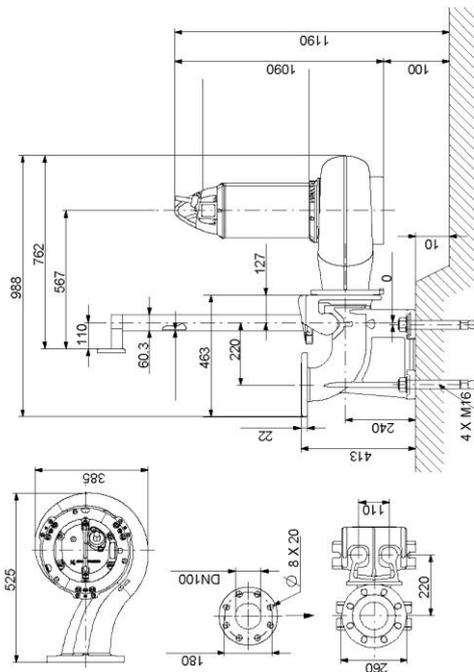
7/11

**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

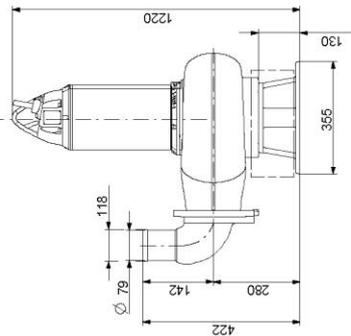
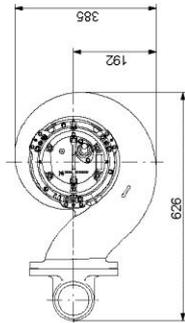
**GRUNDFOS**



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

**98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz**



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

**GRUNDFOS**

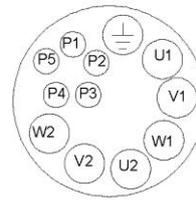
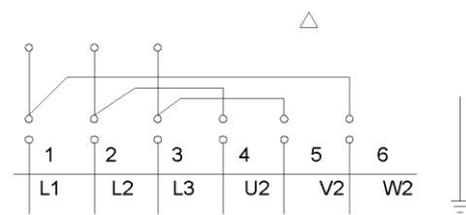
Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

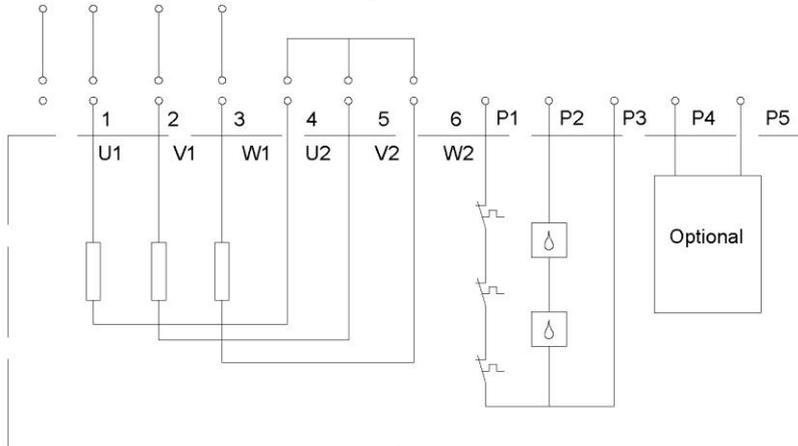
98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz

Wiring diagram. 12-wire cable

L1 L2 L3 Delta



L1 L2 L3 Star Y



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

10/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/2/2016

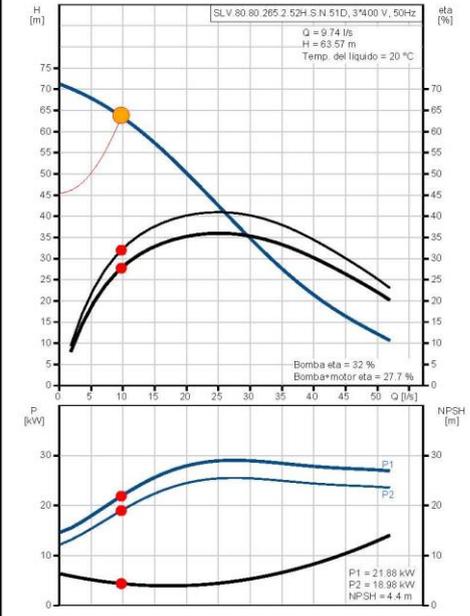
**98057787 SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D 50 Hz**

Entrada	
<b>General</b>	
Aplicación	Aguas residuales
Área de aplicación	Aguas residuales
Application type	Aguas fecales
Instalación	Bomba sumergible con sistema de autoacoplamiento
Número total de bombas	1
Caudal de descarga (Q)	10 l/s
Altura geodésica	45.5 m
Viscosidad	1 mm <sup>2</sup> /s
Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
Pérdidas de carga en la tubería	19 m
Prefer fast delivery	No
<b>Sus requisitos</b>	
Regulación de velocidad	No
Bajo dimensionado permitido	30 %
Temp. líquido <= 40?	Sí
Nº pto trabajo	1
Camisa de refrigeración requerida	No
<b>Seleccione el tipo de hidráulica</b>	
Contenido en partículas secas	0 - 3%
Triturador	Sí
Impulsor de canal	Sí
Impulsor Vortex	Sí
S-tube	Sí
<b>Selecciones el tipo de material</b>	
Fundición	Sí
Fundición con impulsor en acero inoxidable	No
Motor de fundición con cuerpo hidráulico e impulsor de acero inoxidable	No
Acero inoxidable	No
<b>Seleccione el tipo de motor</b>	
	Motor estándar
<b>Edite Perfil de Carga</b>	
Perfil de consumo	Explotación a plena carga
Peiodo	Día
Horas de funcionamiento por día	6 h/día
<b>Condiciones de funcionamiento</b>	
Frecuencia	50 Hz
Fase	1 o 3
tension	1 x 230 o 3 x 400 V
<b>Ajustes de la lista de selección</b>	
Precio de energía	0,15 €/kWh
Incremento del precio de la energía	6 %
Periodo de cálculo	10 años

Perfil func.		
Caudal	1	%
Alt.	97	%
P1	21.89	kW
Total Eta	27.8	%
Time	2190	h/a
Consumo energía	47925	kWh/año
Cantidad	1	

Resultado de la selección	
Tipo	SLV.80.80.265.2.52H.S.N.51D
Caud	9.75 l/s (-3%)
H geodésic	45.5 m
H total	63.56 m (-2%)
Caudal tot	76837 m <sup>3</sup> /año
Arranque máx./hora	20
Pot. P1	21.89 kW
Pot. P2	18.99 kW
NPSH requerido	4.398 m
BombaEta	32.0 %
Motor Eta	86.7 %
Bomb+motor Eta	27.8 % =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	27.8 % =Eta relativa punto de trabajo
Mejor eta de bomba	41.0 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Mejor eta bomba + motor	36.0 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Velocidad Nominal de Motor	2955 rpm
Consumo energía	47925 kWh/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /10Años
Cte ciclo vital	115525 € /10Años

Note que el caudal es superior a 3 % Punto trabajo solicitado abajo



## **APÉNDICE Nº 3. ESPECIFICACIONES BOMBA PB3**





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

Posición	Contar	Descripción
	2	<p>SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D</p>  <p>Advierta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p>Código: 98057789</p> <p>Las bombas SEV/SLV, 9 - 30 kW, son una gama especialmente diseñadas para el bombeo de aguas residuales en una amplia variedad de aplicaciones municipales e industriales.</p> <p>SEV/SLV incorporan impulsor SuperVortex con 80 mm paso libre de sólidos y están diseñadas para aplicaciones como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• plantas de tratamiento de agua residual</li> <li>• estaciones de bombeo municipales</li> <li>• edificios públicos</li> <li>• bloques de pisos</li> <li>• industrias</li> <li>• garajes</li> <li>• parkings subterráneos</li> <li>• áreas de lavado de vehículos</li> <li>• restaurantes y hoteles.</li> </ul> <p>Las bombas son adecuadas para su instalación temporal como permanente. El asa de elevación incorporada facilita su transporte así como su instalación en la propia instalación.</p> <p>Están fabricadas en materiales resistentes, como fundición y acero inoxidable. Estos materiales aseguran un adecuado funcionamiento.</p> <p>La bomba es fácil de mantener gracias a sus características como cierre mecánico doble con un diseño único de cartucho y un conector de entrada de cable.</p> <p>El cierre de cartucho permite una sustitución muy sencilla sin tener que utilizar herramientas especiales y el conector de la entrada de cable permite desmontar el cable sin quitar la parte superior del motor.</p> <p>Este diseño smartdesing elimina el riesgo de una instalación defectuosa.</p> <p>La bomba viene equipada con un motor de alta eficiencia Grundfos Blueflux.</p> <p>La bomba tiene DN80 puerto de descarga.</p> <p>La versión SLV es para instalación sumergida tanto con sistema de autoacoplamiento como libre instalación y la bomba SEV puede utilizarse para instalación en seco, tanto con autoacoplamiento como libre o instalación vertical/horizontal en soporte.</p> <p><b>Paneles control:</b></p> <p>Sensor de humedad: con sensores de humedad Water-in-air_sensor: N</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 0 .. 40 °C Temp. líquido: 20 °C</p>

Posición	Contar	Descripción
		<p><b>GRUNDFOS</b> </p> <p>Empresa: Creado Por: Teléfono:</p> <p>Datos: 3/1/2016</p>
		<p>Densidad: 1000 kg/m<sup>3</sup> Viscosidad cinemática: 1 mm<sup>2</sup>/s</p> <p><b>Técnico:</b> Caudal real calculado: 16.7 l/s Altura resultante de la bomba: 42.37 m Tipo de impulsor: SUPERVORTEX Diámetro máximo de las partículas: 80 mm Eje primario de cierre: SIC-SIC Eje secundario de cierre: SIC-CARBON Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B</p> <p><b>Materiales:</b> Cuerpo hidráulico: Fundición EN-GJL250 Impulsor: Fundición dúctil EN-GJS 500-7 Material: Bomba entera en hierro fundido Motor: Fundición EN-GJL250</p> <p><b>Instalación:</b> Temperatura ambiental máxima: 40 °C Aspiración: DN100 Descarga: DN80 Profundidad máxima de instalación: 20 m Autoacoplamiento: 96102240 Base: 96102313 Tamaño cuadro: 52</p> <p><b>Datos eléctricos:</b> Potencia de entrada - P1: 21 kW Potencia nominal - P2: 18.5 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 380-415/660-690 V Toler. tensión: +10/-10 % Máximos encendidos por hora: 20 Corriente nominal: 38-35/22-21 A Consumo de corriente máximo: 36 A Intensidad de arranque: 315 A Corriente nominal sin carga: 12.8 A Velocidad nominal: 2950 rpm Rendimiento del motor a carga total: 88 % Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 88 % Rendimiento del motor a 1/2 carga: 85 % Número de polos: 2 Tipo de arranque: Estrella/triángulo Grado de protección (IEC 34-5): IP68 Clase de aislamiento (IEC 85): H Prueba de explosión: no Protección estándar Ex: N Longitud de cable: 10 m Tipo de cable: S1BN8-F Winding resistance: 0,400 Ohm Cos phi 1/1: 0,86 Cos phi 1/2: 0,75 Cos phi 3/4: 0,84</p> <p><b>Otros:</b></p>



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

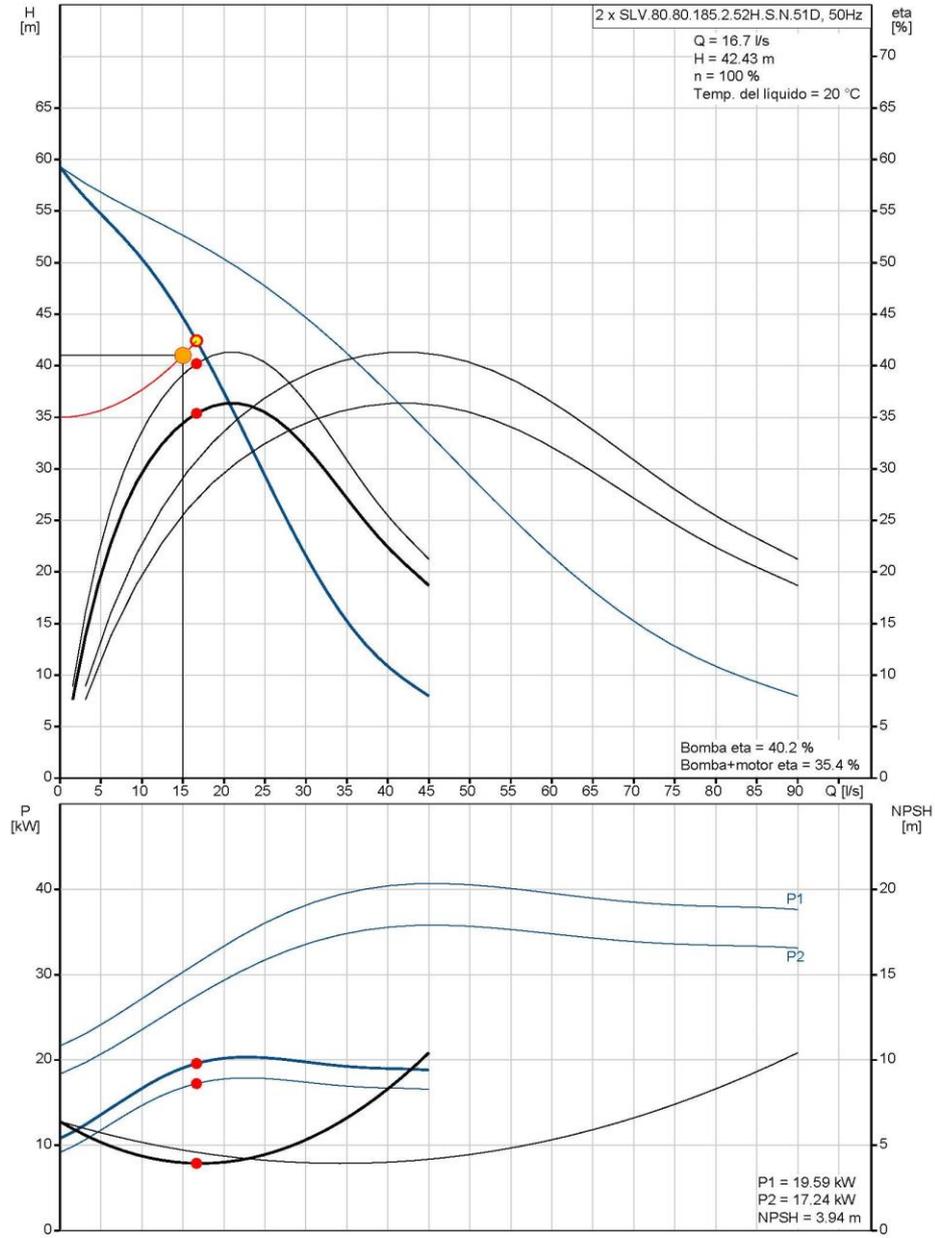
Posición	Contar	Descripción
		Peso neto: 274 kg



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

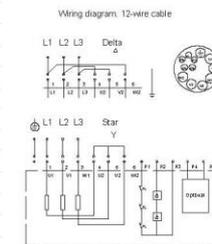
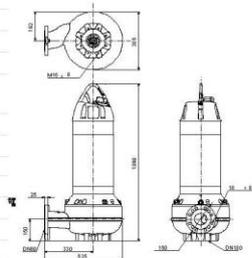
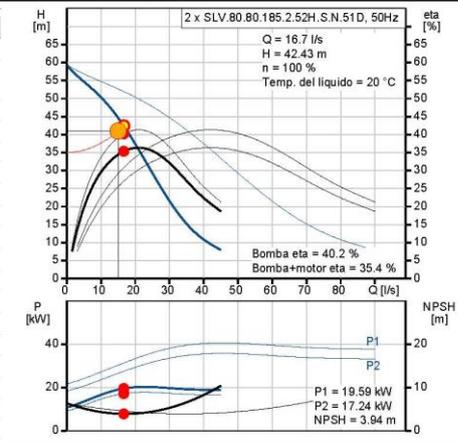
4/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

Descripción	Valor
<b>Información general:</b>	
Producto::	SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D
Código::	98057789
Número EAN::	5710628251795
<b>Técnico:</b>	
Caudal real calculado:	16.7 l/s
Caudal máximo:	45 l/s
Altura resultante de la bomba:	42.37 m
Altura máxima:	59 m
Tipo de impulsor:	SUPERVORTEX
Diámetro máximo de las partículas:	80 mm
Eje primario de cierre:	SIC-SIC
Eje secundario de cierre:	SIC-CARBON
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Camisa de refrigeración:	N
<b>Materiales:</b>	
Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-GJL250
Impulsor:	Fundición dúctil EN-GJS 500-7
Material:	Bomba entera en hierro fundido
Motor:	Fundición EN-GJL250
<b>Instalación:</b>	
Temperatura ambiental máxima:	40 °C
Aspiración:	DN100
Descarga:	DN80
Profundidad máxima de instalación:	20 m
Instalación:	S
Inst. en seco / sumergida:	S
Instalación:	vertical
Autoacoplamiento:	96102240
Base:	96102313
Tamaño cuadro:	52
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	1000 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm²/s
<b>Datos eléctricos:</b>	
Potencia de entrada - P1:	21 kW
Potencia nominal - P2:	18.5 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415/660-690 V
Toler. tensión:	+10/-10 %
Máximos encendidos por hora:	20
Corriente nominal:	38-35/22-21 A
Consumo de corriente máximo:	36 A
Intensidad de arranque:	315 A
Corriente nominal sin carga:	12.8 A
Velocidad nominal:	2950 rpm





Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

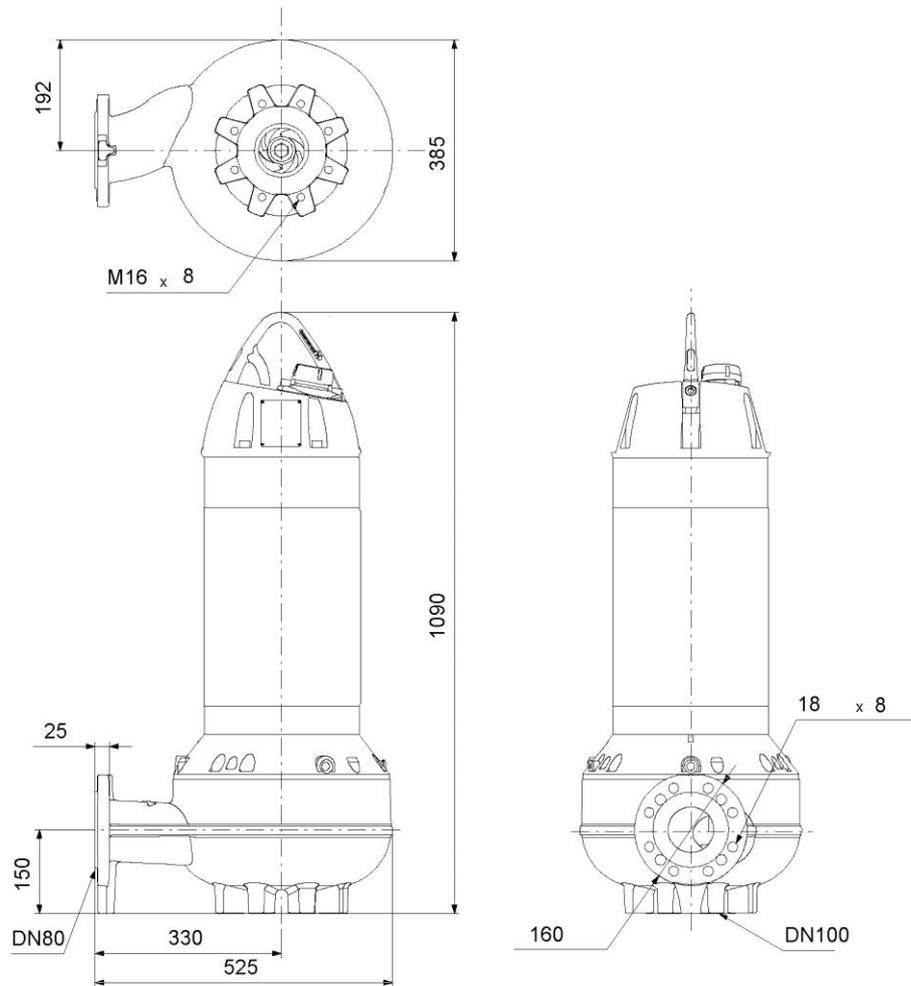
Descripción	Valor
Rendimiento del motor a carga total:	88 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	88 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	85 %
Número de polos:	2
Tipo de arranque:	Estrella/triángulo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	H
Prueba de explosión:	no
Protección estándar Ex:	N
Protección del motor:	KLIXON
Longitud de cable:	10 m
Tipo de cable:	S1BN8-F
Dimensiones del cable:	7X4+ 5X1,5
Cable resist.:	4,95 mOhm/m
Winding resistance	0,400 Ohm
Cos phi 1/1:	0,86
Cos phi 1/2:	0,75
Cos phi 3/4:	0,84
<b>Paneles control:</b>	
Sensor de humedad:	con sensores de humedad
Water-in-air_sensor:	N
<b>Otros:</b>	
Peso neto:	274 kg

**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

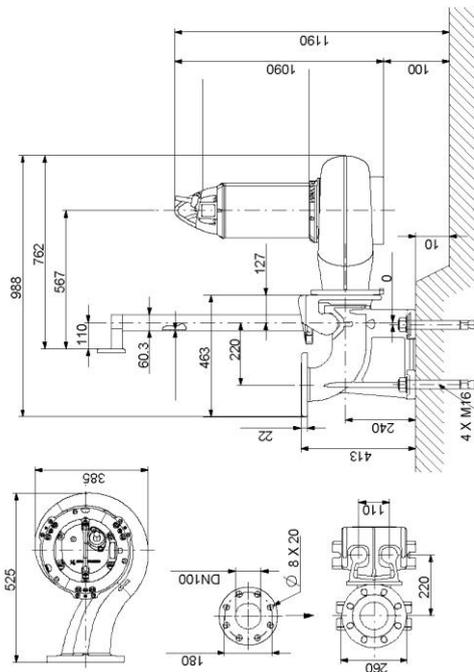
7/11

**GRUNDFOS**

Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

8/11

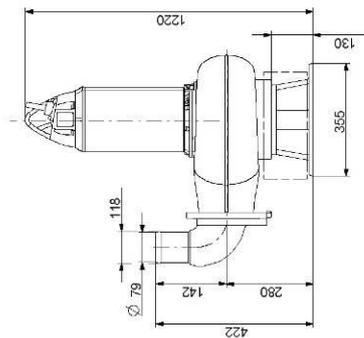
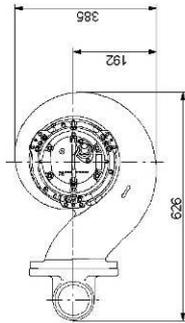
**GRUNDFOS**



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

9/11

**GRUNDFOS**

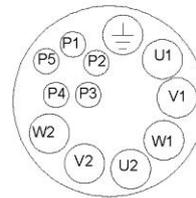
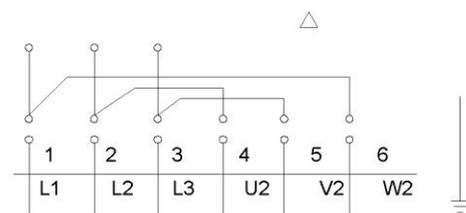
Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 3/1/2016

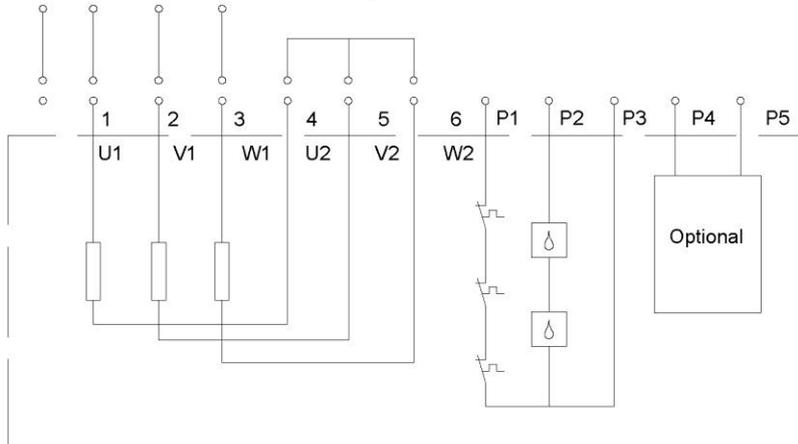
98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz

Wiring diagram. 12-wire cable

L1 L2 L3 Delta



L1 L2 L3 Star Y



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.01.056]

10/11



Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

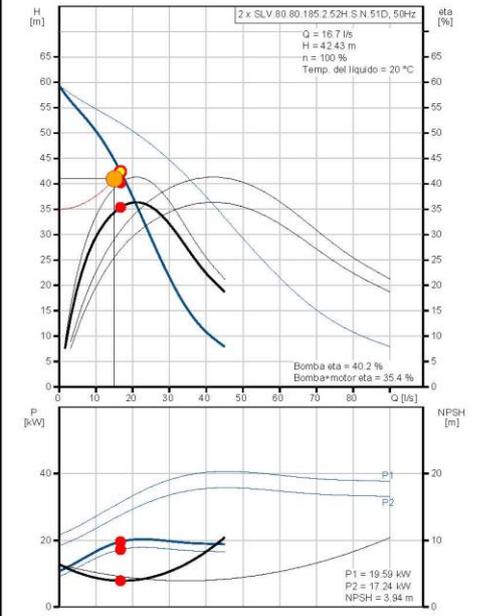
Datos: 3/1/2016

**98057789 SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D 50 Hz**

Entrada	
<b>General</b>	
Aplicación	Aguas residuales
Área de aplicación	Aguas residuales
Application type	Tanque de retención de aguas pluviales
Instalación	Bomba sumergible con sistema de autoacoplamiento
Número total de bombas	2
Número de bombas de reserva	1
Caudal de descarga (Q)	15 l/s
Altura geodésica	35 m
Viscosidad	1 mm <sup>2</sup> /s
Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
Pérdidas de carga en la tubería	6 m
Prefer fast delivery	No
<b>Sus requisitos</b>	
Regulación de velocidad	No
Bajo dimensionado permitido	5 %
Temp. líquido <= 40?	Sí
Nº pts trabajo	1
Camisa de refrigeración requerida	No
<b>Seleccione el tipo de hidráulica</b>	
Impulsor de canal	Sí
Impulsor Vortex	Sí
S-tube	Sí
<b>Seleccione el tipo de motor</b>	
	Motor estándar
<b>Edite Perfil de Carga</b>	
Perfil de consumo	Explotación a plena carga
Peiudo	Día
Horas de funcionamiento por día	12 h/día
<b>Condiciones de funcionamiento</b>	
Frecuencia	50 Hz
Fase	1 o 3
<b>Ajustes de la lista de selección</b>	
Precio de energía	0.15 €/kWh
Incremento del precio de la energía	6 %
Periodo de cálculo	10 años

Perfil func.		
	1	
Caudal	100	%
Alt.	103	%
P1	19.59	kW
Total Eta	35.4	%
Time	4380	h/a
Consumo energía	77227	kWh/Año
Cantidad	1	

Resultado de la selección	
Tipo	SLV.80.80.185.2.52H.S.N.51D
Caudal	16.7 l/s (+11%)
H geodésica	35 m
H total	42.37 m (+3%)
Caudal tot	236520 m <sup>3</sup> /año
Arranque máx./hora	20
Pot. P1	19.6 kW
Pot. P2	17.25 kW
NPSH requerido	3.943 m
BombaEta	40.2 %
Motor Eta	88.0 %
Bomb+motor Eta	35.4 % =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	35.4 % =Eta relativa punto de trabajo
Mejor eta de bomba	41.3 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Mejor eta bomba + motor	36.4 % =Eta en el punto de mejor eficiencia
Velocidad Nominal de Motor	2950 rpm
Consumo energía	77227 kWh/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /10Años
Cte ciclo vital	186771 € /10Años





## Apéndice nº 2. Anejo de Impermeabilización, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo del tramo Miraconcha-Easo



ANEJO N°6

# **Impermeabilización, Hidrología y Drenaje**



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CLIMATOLOGÍA</b>	<b>1</b>
2.1 INTRODUCCIÓN	1
2.2 PLUVIOMETRÍA	2
2.3 RÉGIMEN TÉRMICO	10
2.4 RELACIÓN ENTRE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	20
<b>3. HIDROLOGÍA</b>	<b>22</b>
3.1 PERÍODOS DE RETORNO	22
3.2 ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA PD	22
3.2.1 Ajuste de Gumbel a los registros de las estaciones proximas a la zona de proyecto	22
3.2.2 Consulta de la Publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”	24
3.2.3 Conclusión	25
3.3 INTENSIDAD DE LLUVIA PARA UN AGUACERO DE DURACIÓN IGUAL AL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	25
3.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS	26
3.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	26
3.6 CAUDALES DE DISEÑO	26
<b>4. DRENAJE</b>	<b>28</b>
4.1 CÁLCULO DE INFILTRACIONES Y COLECTORES TRAMOS ENTERRADOS	28
4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL COLECTOR LONGITUDINAL DE TÚNEL	33
4.3 DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES EN ESTACIONES Y BAJANTES	35
4.4 BOMBEO	38
4.4.1 Pozo de Bombeo en Punto Bajo 0+746,40	39
4.4.2 Pozo de Bombeo en Estación Centro-La Concha, testero Norte	39
4.4.3 Pozo de Bombeo en Estación Centro-La Concha, testero Sur	40
4.4.4 Pozo de Bombeo en Punto Bajo 1+128,70	40
4.4.5 Pozo de Bombeo en Estación Easo, testero Norte	41
4.4.6 Pozo de Bombeo en Estación Easo, testero Sur	41
4.5 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	42
4.5.1 Manchas de inundación del Gobierno Vasco	42
4.5.2 Información histórica de inundaciones en la zona	43
4.5.3 Análisis de puntos bajos y sentido de circulación del agua	44
4.5.3.1 Pozo de ventilación de emergencia Plaza Zaragoza/estación de Centro-La Concha	44

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

i



4.5.3.2 Pozo EBA/estación de Centro-La Concha	44
4.5.3.3 Pozo de ventilación de emergencia San Bartolomé/estación de Centro-La Concha	44
4.5.3.4 Pozo de ventilación de emergencia Salud/estación de Easo	45
4.5.3.5 Pozo EBA/estación de Easo	45
4.5.3.6 Cañones de acceso	45
4.5.4 Conclusión	45

APÉNDICE N° 6.1: Circulación del Agua y Puntos Bajos

APÉNDICE N° 6.2: Cuencas

APÉNDICE N° 6.3: Cálculos Hidráulicos

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

ii

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA**



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la descripción climatológica e hidrológica del ámbito objeto de estudio así como la descripción de las soluciones de drenaje adoptadas en el Metro de Donostialdea.

Se reproducen en el mismo los datos e informaciones incluidas en los dos documentos antecedentes indicados más abajo, adaptándose los cálculos a la nueva realidad de proyecto:

- Anejo nº 8 Climatología, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo de Obra Civil del Metro de Donostialdea. Tramo: La Concha-Morlans
- Anejo nº 6 Impermeabilización, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo de Superestructura del Metro de Donostialdea. Tramo: Lugaritz-Morlans

## 2. CLIMATOLOGÍA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En el entorno de la obra se ubican las siguientes dos estaciones meteorológicas de AEMET.

CÓDIGO	NOMBRE	PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1-024	SAN SEBASTIÁN "ATEGORRIETA"	GIPUZKOA	01-57-02 W	43-19-20 N	8
1-024 E	SAN SEBASTIÁN "IGUELDO"	GIPUZKOA	02-02-22 W	43-18-24 N	259

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

1





*Ubicación de las estaciones pluviométricas en relación con la zona de proyecto*

Los datos climáticos de ambas estaciones son muy similares, por lo que en los cálculos únicamente se tendrán en cuenta los datos correspondientes a una de ellas, en concreto, la correspondiente a la estación de Ategorrieta, que presenta unos valores de precipitación mayores.

En conclusión, se ha seleccionado la estación 1-024 San Sebastián “Ategorrieta” para la caracterización climática que sigue a continuación.

CÓDIGO	ESTACIÓN	PERÍODO	Nº AÑOS TOTALES (T/P)	Nº AÑOS COMPLETOS (T)	Nº AÑOS COMPLETOS (P <sub>TOTAL</sub> /P <sub>MÁX</sub> )
1-024	SAN SEBASTIÁN “ATEGORRIETA”	T 1961 – 2010 P 1959 – 2010	50 / 52	50	42 / 42

## 2.2 PLUVIOMETRÍA

El estudio de las precipitaciones de la zona se ha realizado de acuerdo con los siguientes datos procedentes de la Estación Meteorológica de “Ategorrieta” y recogidos entre los años 1959 y 2010:

- Precipitación total mensual
- Máxima precipitación diaria

A continuación se adjuntan tablas con los datos correspondientes a estos conceptos.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

2

### PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1959								92,9		145,1	159,7	267,3	---
1960	114,5	79,0	186,1	53,9	87,5	134,8	86,8	109,6	176,4	267,5	206,6	461,1	1963,8
1961	217,6	61,1	---	199,2	126,3	97,3	91,3	40,1	159,7	222,9	221,6	64,5	---
1962	153,1	166,9	77,4	110,6	171,9	40,2	66,1	28,9	68,9	94,3	168,4	137,1	1283,8
1963	122,7	126,6	135,0	70,3	62,0	134,7	121,6	253,6	237,6	71,1	101,8	92,0	1529,0
1964	36,2	85,7	109,0	212,8	121,2	74,6	26,2	82,4	94,8	255,7	160,7	126,9	1386,2
1965	184,9	36,5	121,2	223,5	83,8	53,3	102,1	144,8	272,4	32,3	246,8	299,4	1801,0
1966	68,9	134,6	103,4	82,5	118,4	199,4	111,2	64,2	39,1	313,2	282,9	274,3	1792,1
1967	156,4	33,1	140,6	85,3	102,2	66,4	64,7	79,7	192,6	194,0	223,9	227,9	1566,8
1968	180,8	106,4	142,2	130,8	165,0	52,3	56,1	141,5	134,2	39,8	118,2	216,4	1483,7
1969	68,5	117,7	148,0	205,1	97,1	91,5	28,5	106,9	179,8	39,1	121,0	358,3	1561,5
1970	178,7	159,1	97,0	159,5	84,2	97,5	52,9	190,8	74,6	107,4	159,8	63,3	1424,8
1971	155,9	162,1	140,4	158,3	211,6	87,2	100,2	90,8	72,0	70,8	260,4	130,5	1640,2
1972	212,5	155,5	99,9	185,7	150,9	92,4	19,2	228,8	80,6	33,5	81,5	162,1	1502,6
1973	131,4	262,9	69,1	73,9	83,7	187,6	123,7	79,8	219,9	57,7	117,9	201,5	1609,1
1974	71,6	211,5	223,0	161,1	151,2	65,0	95,0	83,9	181,7	382,8	221,4	78,1	1926,3
1975	97,4	50,5	269,0	167,7	117,9	61,6	12,7	113,7	151,6	94,0	279,2	159,8	1575,1
1976	99,3	191,3	102,9	199,3	70,7	18,5	180,3	71,4	226,3	351,7	152,3	165,6	1829,6
1977	111,2	119,9	89,0	108,3	226,2	239,9	159,3	153,5	---	103,0	283,8	108,2	---
1978	279,7	237,4	224,0	271,1	138,4	113,1	97,8	97,4	32,6	72,5	67,2	158,7	1789,9
1979	368,3	131,5	214,9	299,5	116,6	124,5	89,0	174,2	116,5	157,0	293,0	146,8	2231,8

Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

3



### PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	155,5	112,2	177,6	51,7	275,5	90,5	96,9	59,4	137,2	300,0	156,5	229,4	1842,4
1981	265,9	114,5	96,5	123,3	115,4	65,0	130,4	93,1	116,4	222,3	---	368,2	---
1982	143,9	147,1	234,1	12,6	78,9	77,8	86,3	133,5	79,6	352,9	212,3	313,0	1872,0
1983	---	149,8	168,7	195,1	114,8	99,6	121,5	273,8	54,1	132,5	50,0	53,2	---
1984	278,0	198,4	76,8	71,2	298,3	81,9	34,0	150,2	208,1	134,9	261,5	173,1	1966,4
1985	197,0	57,6	264,8	95,9	263,7	87,0	64,0	85,4	---	65,1	174,5	83,2	---
1986	334,2	170,4	113,3	360,5	79,8	131,1	24,1	124,4	164,1	135,3	180,5	288,8	2106,5
1987	144,4	269,0	135,7	132,5	55,8	157,7	103,9	90,5	44,0	240,0	237,9	49,5	1660,9
1988	293,9	152,6	190,5	133,3	139,2	125,6	115,9	90,7	72,7	35,0	18,1	130,7	1498,2
1989	50,0	210,9	94,2	319,8	68,8	58,8	123,1	60,3	85,6	36,8	167,2	25,2	1300,7
1990	211,5	67,0	36,0	332,2	143,2	195,3	87,6	81,4	121,4	206,9	320,4	229,3	2032,2
1991	107,2	112,8	142,0	230,4	152,3	61,0	95,1	71,1	283,8	150,2	291,4	47,8	1745,1
1992	89,4	46,6	147,9	145,8	97,2	293,4	83,7	182,4	147,2	416,0	153,5	237,6	2040,7
1993	---	---	70,4	225,4	90,1	99,6	128,3	116,4	255,0	149,3	125,7	253,6	---
1994	184,0	208,7	112,7	316,7	143,0	163,6	64,9	76,8	227,2	254,1	84,1	244,1	2079,9
1995	246,3	161,9	199,6	52,4	122,3	34,4	116,1	87,1	162,7	37,1	81,9	135,7	1437,5
1996	124,5	332,8	125,3	87,4	121,6	74,3	113,1	221,0	115,3	193,5	437,9	196,0	2142,7
1997	188,7	31,1	26,2	91,3	222,3	252,1	216,5	174,0	106,4	75,8	372,4	274,9	2031,7
1998	88,7	52,1	75,8	269,8	95,4	114,0	63,4	151,8	185,0	471,1	293,9	134,3	1995,3
1999	159,8	195,3	198,8	158,1	173,5	78,3	67,1	69,8	195,4	76,2	230,6	272,2	1875,1
2000	---	136,5	149,1	245,2	100,0	99,5	153,6	130,9	140,8	418,1	304,0	118,5	---

Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

4



### PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2001	179,1	89,0	147,5	160,8	106,1	61,1	138,6	73,8	85,9	64,2	122,3	46,5	1274,9
2002	48,1	169,7	46,6	131,7	248,5	156,6	106,7	429,0	56,0	244,3	168,4	275,2	2080,8
2003	215,9	158,6	104,4	72,0	155,2	66,8	38,3	90,3	167,8	277,3	171,9	188,3	1706,8
2004	246,5	121,8	116,3	135,3	121,8	55,7	77,8	145,8	127,6	208,6	182,5	197,6	1737,3
2005	118,9	118,9	68,8	245,0	117,1	61,0	43,1	101,3	115,1	130,0	332,9	---	---
2006	106,7	73,1	184,2	92,6	65,0	147,3	50,1	106,1	171,1	103,6	176,0	144,4	1420,2
2007	141,8	184,0	202,7	131,0	126,5	92,3	57,4	306,5	148,2	184,1	68,0	138,4	1780,9
2008	164,9	33,4	263,3	176,1	185,1	164,2	123,3	98,6	104,0	285,4	314,0	249,0	2161,3
2009	233,6	140,8	105,2	268,2	113,7	47,9	118,2	131,6	134,3	174,0	393,1	141,6	2002,2
2010	244,9	76,9	61,0	80,2	149,9	175,3	73,1	108,3	82,8				---
<b>MEDIA</b>	166,1	134,5	136,6	162,8	133,9	107,9	90,2	125,9	138,9	174,1	200,2	182,8	1754,5

Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



**PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MÁXIMA AÑO</b>	<b>MES MÁXIMA</b>
<b>1959</b>								33,7		25,1	23,3	37,2		
<b>1960</b>	29,4	35,7	47,5	22,7	23,5	54,3	11,3	31,2	23,3	73,2	41,8	117,6	117,6	12
<b>1961</b>	25,2	20,0		50,0	53,3	19,3	19,9	10,2	65,4	47,4	67,6	35,0		
<b>1962</b>	28,4	32,2	12,6	22,8	52,7	15,1	17,4	12,9	20,1	21,8	27,6	24,7	52,7	5
<b>1963</b>	41,5	22,0	32,0	30,0	16,7	37,5	60,0	60,0	158,5	24,0	24,6	20,0	158,5	9
<b>1964</b>	29,7	27,7	17,9	40,6	24,6	36,5	10,5	23,0	26,4	41,5	32,2	31,2	41,5	10
<b>1965</b>	26,0	13,0	19,5	33,1	24,0	18,7	19,0	70,0	59,0	7,0	41,0	73,0	73,0	12
<b>1966</b>	18,0	28,6	24,0	20,6	20,6	115,5	20,5	14,5	19,7	82,5	31,3	47,0	115,5	6
<b>1967</b>	29,6	13,8	28,0	24,0	16,5	21,5	41,1	21,0	38,0	44,7	38,1	44,0	44,7	10
<b>1968</b>	32,0	26,0	69,0	38,5	51,0	16,3	34,0	36,0	29,0	13,5	55,0	30,0	69,0	3
<b>1969</b>	22,7	29,5	38,0	32,5	13,7	28,0	8,4	16,0	44,5	24,0	34,0	48,0	48,0	12
<b>1970</b>	46,0	19,2	20,0	32,5	41,1	16,5	21,2	96,0	57,0	20,4	35,0	14,5	96,0	8
<b>1971</b>	26,0	30,5	33,3	59,5	35,0	16,0	64,0	27,0	20,0	20,0	51,0	37,0	64,0	7
<b>1972</b>	31,0	26,0	20,0	29,0	31,0	17,7	6,5	45,5	34,0	10,5	16,0	52,5	52,5	12
<b>1973</b>	27,0	42,5	28,0	18,8	26,0	55,5	27,0	23,5	63,0	23,0	72,5	31,0	72,5	11
<b>1974</b>	24,5	26,5	47,0	44,5	29,0	19,5	28,0	31,7	22,0	57,0	51,0	27,0	57,0	10
<b>1975</b>	23,5	16,0	47,0	36,0	20,5	28,0	5,5	26,7	35,0	49,0	39,5	44,6	49,0	10
<b>1976</b>	19,7	54,0	26,0	43,0	18,0	8,0	95,0	16,0	61,5	65,0	38,0	45,0	95,0	7
<b>1977</b>	24,0	33,3	16,0	22,6	29,0	65,5	33,0	37,0		25,7	80,0	27,0		
<b>1978</b>	37,5	62,0	52,5	41,5	45,5	17,0	22,5	48,0	9,3	24,5	27,0	48,0	62,0	2

Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA**

6



### PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA AÑO	MES MÁXIMA
1979	62,5	27,0	41,0	53,5	25,5	27,0	58,0	38,0	47,0	32,0	56,0	24,0	62,5	1
1980	22,0	27,0	33,0	14,0	103,0	32,0	29,5	15,0	107,0	72,0	33,5	53,0	107,0	9
1981	58,0	30,0	16,0	38,0	30,0	32,0	57,0	33,5	36,4	63,0		88,0		
1982	31,7	27,0	39,0	6,2	18,0	18,2	21,5	61,5	21,2	72,0	38,0	50,0	72,0	10
1983		25,9	44,2	41,4	31,2	40,0	40,0	60,0	10,7	62,5	18,9	18,8		
1984	32,5	28,2	19,0	18,0	63,0	15,1	18,3	48,8	35,7	43,6	46,5	78,0	78,0	12
1985	41,5	16,4	29,9	17,9	50,0	21,4	23,4	33,5		22,1	39,2	14,7		
1986	51,0	28,1	20,0	55,3	26,6	44,3	9,9	25,5	45,8	58,0	51,0	53,4	58,0	10
1987	27,3	57,5	24,0	33,8	9,7	69,5	25,4	27,6	19,2	73,2	39,4	43,5	73,2	10
1988	55,7	32,5	28,7	32,5	21,7	35,0	19,5	12,8	26,8	10,9	9,7	28,5	55,7	1
1989	25,6	46,8	19,1	53,5	45,6	36,0	47,5	16,0	50,1	11,0	32,7	19,4	53,5	4
1990	34,1	23,0	11,3	42,8	53,6	44,0	41,8	43,0	50,6	46,5	55,4	45,9	55,4	11
1991	32,8	22,4	77,0	55,1	37,6	19,0	13,7	37,8	91,0	29,4	63,2	19,7	91,0	9
1992	51,5	21,1	21,2	20,6	31,5	140,0	16,1	50,0	61,2	56,5	24,1	53,4	140,0	6
1993			18,1	55,6	19,2	31,3	45,6	27,8	74,0	27,1	37,7	52,6		
1994	32,9	57,2	43,4	77,9	37,1	49,5	18,0	15,0	44,8	83,0	18,2	68,0	83,0	10
1995	52,7	36,0	53,2	20,7	45,6	13,4	27,4	28,4	22,4	12,4	36,7	26,8	53,2	3
1996	59,3	52,5	44,0	29,2	32,7	20,5	24,7	73,4	30,0	46,4	69,0	57,0	73,4	8
1997	54,2	15,4	12,8	46,5	100,5	94,0	87,8	87,0	53,4	20,0	65,0	52,8	100,5	5
1998	32,4	25,6	21,6	32,8	23,2	17,6	14,5	52,3	43,6	64,0	39,1	22,3	64,0	10

Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

7



### PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA AÑO	MES MÁXIMA
1999	25,4	31,6	46,4	22,3	43,0	20,4	19,1	18,7	82,5	26,0	65,7	59,7	82,5	9
2000		27,1	56,4	64,9	28,1	40,2	42,6	23,6	76,5	58,2	41,6	26,1		
2001	27,1	23,4	19,4	36,0	39,2	17,0	35,7	26,1	20,5	20,4	24,9	21,2	39,2	5
2002	20,1	40,0	11,9	49,0	63,5	29,7	21,0	224,0	17,6	87,0	30,0	55,2	224,0	8
2003	29,1	28,7	34,8	14,2	60,0	19,0	16,7	56,8	33,4	38,0	43,5	27,5	60,0	5
2004	76,0	37,6	28,4	42,4	34,0	21,0	37,6	60,1	49,5	50,0	41,2	32,0	76,0	1
2005	22,0	15,8	19,7	40,2	35,3	24,9	11,3	24,6	15,7	30,1	65,4			
2006	25,4	23,2	54,1	31,2	13,7	62,6	25,1	19,0	57,0	25,6	95,7	47,8	95,7	11
2007	40,7	29,1	34,3	17,8	32,7	18,8	8,7	133,1	39,6	77,1	14,6	22,1	133,1	8
2008	52,8	13,4	30,1	25,1	39,7	55,0	32,1	16,9	40,0	51,8	52,4	34,5	55,0	6
2009	42,4	58,8	27,8	65,9	20,8	13,1	24,6	40,7	52,4	54,6	108,1	20,6	108,1	11
2010	42,7	13,4	13,2	26,7	25,2	95,6	23,2	40,5	30,4					
<b>MEDIA</b>	76,0	62,0	77,0	77,9	103,0	140,0	95,0	224,0	158,5	87,0	108,1	117,6	224,0	

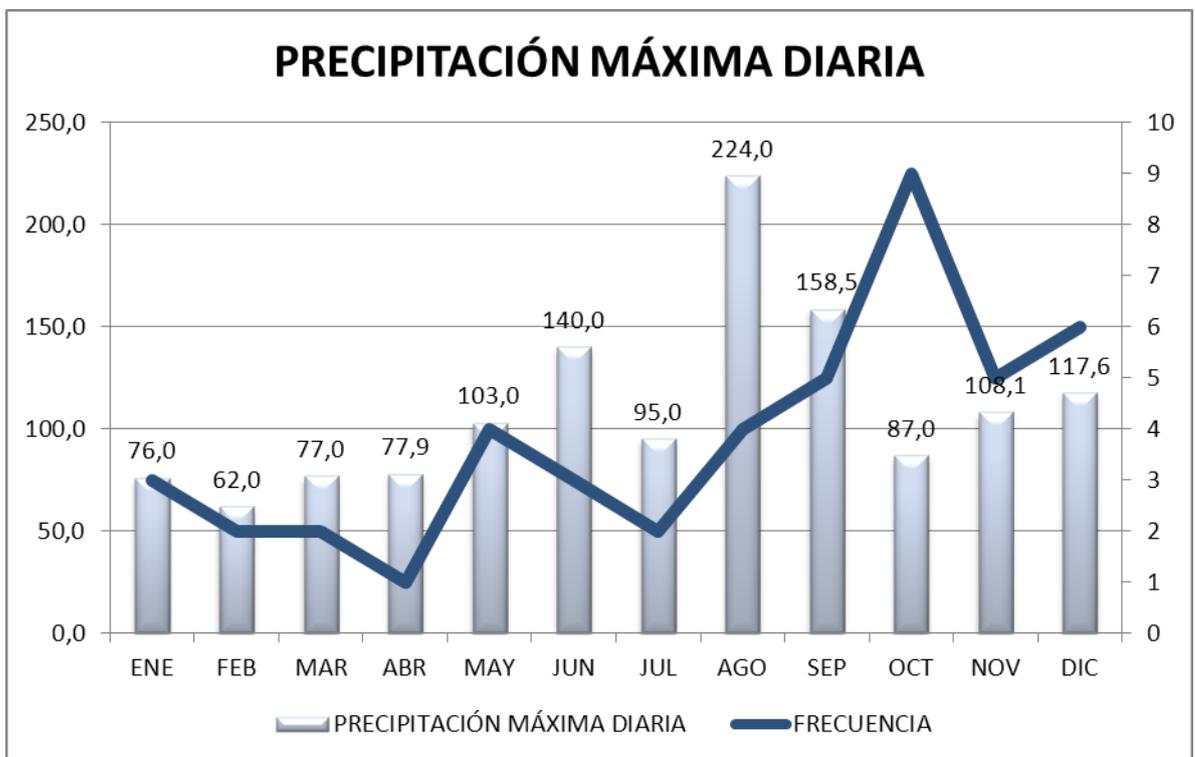
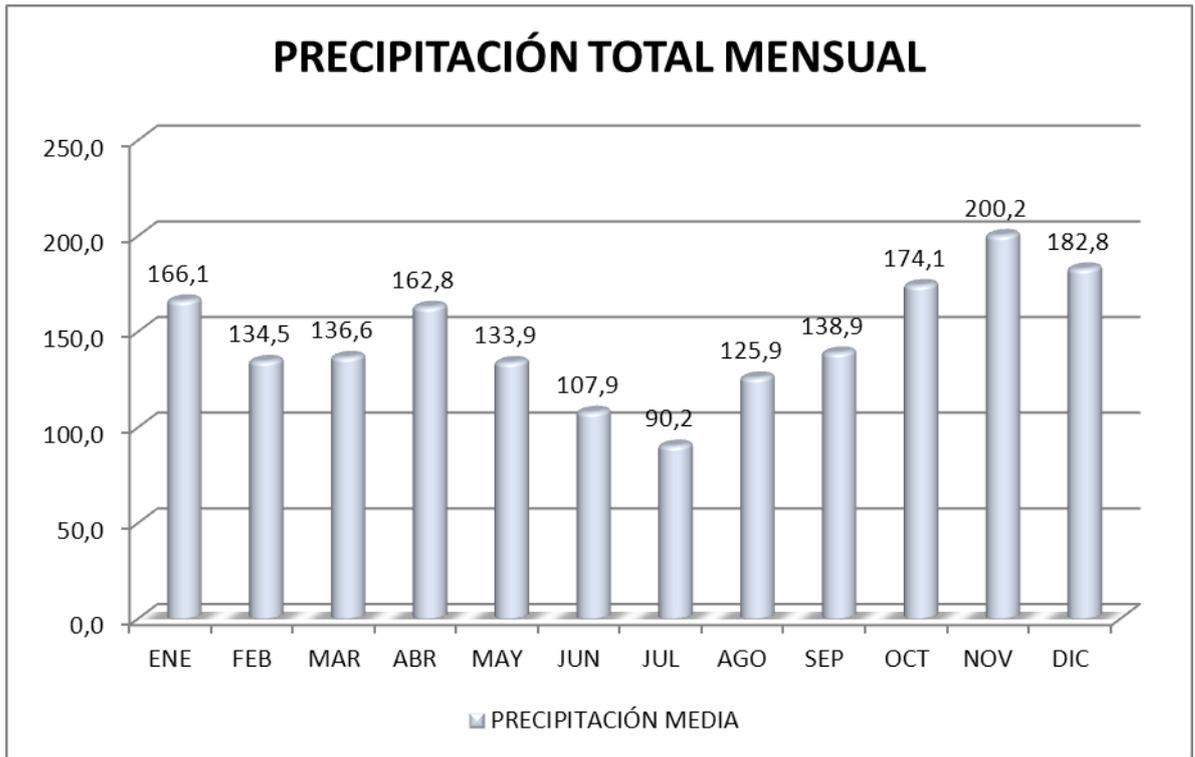
Anejo n°6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA**

8





Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA**

9



De los datos anteriores se desprende que las precipitaciones se reparten a lo largo del año con mayores concentraciones en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y abril.

En relación con las precipitaciones máximas diarias, el máximo anual tiende a aparecer igualmente en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, constatándose una punta significativa en agosto de 2002.

## 2.3 RÉGIMEN TÉRMICO

El estudio de las temperaturas de la zona se ha realizado de acuerdo con los siguientes datos procedentes de la Estación Meteorológica de "Ategorrieta" y recogidos entre los años 1961 y 2010:

- Temperatura media de las máximas
- Temperatura media de las mínimas
- Temperatura media

A continuación se adjuntan tablas con los datos correspondientes a estos conceptos.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

10

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1961	8,9	14,4	14,2	16,1	17,9	19,2	20,6	21,2	23,3	17,5	12,1	12,9	16,5
1962	9,9	8,4	10,8	12,8	16,4	19,1	21,1	23,0	22,1	18,3	10,2	8,2	15,0
1963	7,5	7,6	13,6	13,9	14,3	19,8	21,6	19,0	19,1	17,9	15,3	9,0	14,9
1964	10,3	10,8	11,4	13,2	18,8	19,6	21,4	22,6	23,2	14,8	11,6	8,6	15,5
1965	9,3	6,3	13,2	11,1	15,7	17,5	19,5	20,7	18,1	19,6	13,1	10,7	14,6
1966	11,0	14,8	10,5	16,4	16,0	19,4	19,1	21,5	22,7	17,1	9,6	9,4	15,6
1967	9,6	11,4	12,5	11,0	17,8	18,1	20,6	20,7	20,8	19,7	12,5	6,5	15,1
1968	9,6	11,3	10,6	14,4	15,3	18,5	21,4	20,6	20,5	20,9	14,8	9,9	15,6
1969	10,6	8,1	11,6	12,2	18,0	17,1	21,8	20,5	18,4	19,1	12,5	7,8	14,8
1970	11,4	9,1	8,0	10,7	16,4	20,0	20,9	21,4	22,4	16,4	15,8	7,1	15,0
1971	10,9	9,1	7,7	14,8	15,6	16,5	22,9	21,4	19,8	19,9	9,2	9,3	14,8
1972	8,5	10,3	12,6	11,3	13,7	16,1	20,1	19,1	17,3	16,9	12,5	11,2	14,1
1973	8,3	7,5	11,0	11,8	19,3	18,4	19,3	22,3	21,4	16,4	13,0	8,1	14,7
1974	12,2	9,5	11,2	12,5	15,2	19,0	19,6	21,1	18,6	11,4	12,7	10,3	14,4
1975	11,2	12,1	9,0	11,2	13,8	18,0	22,6	22,4	20,1	17,2	11,4	6,1	14,6
1976	7,6	10,4	11,3	10,7	15,9	21,2	22,5	22,6	19,7	16,0	10,4	9,9	14,8
1977	8,3	13,3	15,1	12,1	13,4	16,4	18,9	19,1	19,2	18,0	12,2	12,6	14,9
1978	7,9	11,3	10,9	11,9	14,2	17,4	19,4	20,4	19,8	16,3	12,6	13,4	14,6
1979	9,3	10,0	11,2	11,5	15,6	17,4	20,6	19,7	19,7	17,9	11,7	12,0	14,7
1980	8,8	12,2	11,1	12,1	14,0	17,5	19,0	21,4	21,4	16,4	13,1	8,3	14,6
1981	7,8	8,7	15,6	13,1	16,8	19,3	19,4	21,6	21,0	17,3	14,0	10,7	15,4

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

#### PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO DEL METRO DE DONOSTIALDEA

11



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1982	12,2	11,9	10,9	13,7	17,2	21,1	21,9	20,5	22,6	16,9	14,4	10,6	16,2
1983	10,9	8,8	11,8	15,7	15,7	20,0	22,3	21,1	22,1	18,7	16,4	11,1	16,2
1984	9,6	7,6	10,2	15,6	13,0	18,4	22,0	21,4	19,8	17,8	14,4	10,7	15,0
1985	5,8	13,6	9,7	15,2	14,9	19,2	21,9	21,4	23,1	19,0	11,3	12,4	15,6
1986	9,3	8,7	12,5	9,7	17,1	18,4	20,7	21,4	19,9	17,6	13,3	11,3	15,0
1987	7,3	9,1	11,9	16,7	15,0	18,1	20,1	21,9	23,7	18,1	12,6	13,5	15,7
1988	12,3	10,8	11,9	14,5	16,7	18,7	21,1	21,5	20,2	19,5	15,4	9,2	16,0
1989	10,5	12,4	14,1	12,2	19,3	20,2	23,0	22,4	20,4	19,4	16,0	15,8	17,1
1990	11,2	15,9	15,3	12,2	19,5	18,7	23,0	23,2	21,5	19,7	13,0	8,7	16,8
1991	10,5	11,0	14,9	12,7	14,8	18,9	21,2	24,9	24,2	16,2	13,8	11,5	16,2
1992	8,8	12,8	11,6	13,5	19,9	17,7	21,6	23,9	20,4	14,9	16,3	12,9	16,2
1993	13,0	10,0	13,3	14,8	18,0	18,9	19,7	22,3	19,0	16,4	13,2	13,3	16,0
1994	11,1	12,9	14,2	12,8	17,0	19,5	21,9	22,5	18,0	18,5	15,9	13,0	16,5
1995	11,2	14,0	12,8	14,0	17,6	19,6	23,9	23,8	19,7	22,3	16,2	13,0	17,3
1996	15,0	9,4	14,4	15,1	17,6	20,3	21,0	20,3	18,7	17,8	13,5	11,5	16,2
1997	11,2	14,9	15,0	14,9	18,4	19,2	19,5	23,8	22,6	21,5	16,3	13,0	17,5
1998	13,7	15,0	15,3	15,0	17,8	21,1	22,7	24,0	22,3	17,3	13,3	12,8	17,5
1999	12,9	9,9	14,3	16,5	20,7	20,6	23,0	24,8	24,4	20,0	12,3	12,6	17,7
2000	9,9	13,4	13,8	16,7	19,7	22,5	23,5	23,1	23,0	17,9	14,5	15,6	17,8
2001	13,5	12,3	17,0	15,2	18,6	20,7	22,5	25,4	21,5	24,2	12,2	10,3	17,8
2002	14,9	14,1	16,3	15,6	18,6	19,8	21,8	21,7	22,4	20,3	16,4	15,3	18,1

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

12



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2003	10,8	11,1	18,3	18,3	19,5	24,4	24,1	27,5	23,3	18,4	16,9	12,8	18,8
2004	12,8	12,2	13,4	15,6	17,9	23,5	23,4	25,7	23,2	20,6	13,3	11,8	17,8
2005	11,8	9,3	16,5	17,3	20,3	24,1	24,5	23,6	22,0	22,4	14,1	9,9	18,0
2006	10,4	10,5	16,9	16,4	20,6	23,6	26,9	24,2	24,9	23,4	19,0	12,9	19,1
2007	13,1	15,9	14,6	17,2	18,7	21,8	23,5	23,4	21,0	17,6	12,0	11,5	17,5
2008	13,0	16,2	12,8	16,0	19,8	20,4	23,1	23,3	21,7	18,0	12,0	10,5	17,2
2009	11,1	11,2	13,4	14,5	17,9	22,3	24,4	24,0	21,5	20,2	16,5	11,7	17,4
2010	10,1	10,9	14,3	17,1	17,1	19,7	22,9	23,5	22,2				
<b>MEDIA</b>	10,5	11,2	12,9	14,0	17,1	19,5	21,7	22,3	21,1	18,4	13,6	11,0	

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1961	3,4	6,4	3,6	8,1	9,6	12,3	13,9	13,3	14,3	10,4	6,1	5,4	8,9
1962	4,8	2,5	3,6	6,4	8,6	10,8	12,6	13,5	11,8	10,8	4,0	2,1	7,6
1963	0,6	1,2	6,6	6,5	7,9	10,9	13,8	12,8	11,7	10,2	8,0	1,2	7,6
1964	1,7	3,6	4,5	5,5	10,0	11,7	14,9	13,1	14,0	7,6	4,5	1,6	7,7
1965	2,4	-0,4	4,5	6,6	8,5	10,9	12,7	12,9	10,0	11,5	5,6	4,8	7,5
1966	3,6	7,1	3,2	7,6	8,6	11,7	13,0	13,0	12,9	10,6	4,0	5,1	8,4
1967	2,3	2,9	5,0	4,9	8,6	10,7	14,8	13,7	12,4	11,3	6,3	1,7	7,9
1968	3,7	4,0	3,2	5,8	7,4	10,6	12,7	13,8	11,6	11,0	6,8	5,0	8,0
1969	4,0	1,1	4,7	6,8	9,5	10,6	15,0	14,3	11,8	11,0	5,1	2,7	8,1
1970	4,6	3,7	2,3	4,6	8,7	13,4	14,2	14,7	12,7	8,0	8,9	1,7	8,1
1971	2,8	1,6	0,4	7,8	9,4	10,7	15,5	14,6	12,3	11,5	4,1	3,7	7,9
1972	2,3	3,9	5,0	6,6	7,7	10,2	13,3	12,4	9,3	8,5	6,4	4,5	7,5
1973	2,5	1,8	2,1	4,4	10,1	12,6	13,6	16,3	12,6	7,7	4,4	3,0	7,6
1974	5,3	4,2	4,7	5,7	8,2	11,2	13,3	12,9	10,6	6,3	6,5	5,1	7,8
1975	4,6	4,5	3,3	5,8	7,9	11,8	13,1	14,9	12,2	9,2	4,6	1,0	7,7
1976	1,7	4,2	3,8	5,3	8,5	13,6	13,8	13,6	11,1	9,1	3,6	3,5	7,7
1977	2,7	6,0	5,7	5,2	7,7	10,1	13,0	11,9	11,0	10,5	5,9	5,4	7,9
1978	1,9	5,4	4,8	4,5	8,4	10,4	12,4	12,7	11,7	9,9	5,5	6,0	7,8
1979	3,1	3,8	4,2	6,5	8,1	11,5	13,4	13,3	12,6	10,5	4,6	4,6	8,0
1980	2,2	4,8	4,2	5,2	8,0	10,3	10,8	13,8	12,9	9,3	5,4	1,7	7,4
1981	2,7	1,6	6,6	6,2	8,6	11,0	12,1	14,5	12,4	9,4	5,7	5,4	8,0

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

14



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1982	6,2	5,1	4,9	5,4	9,3	12,6	14,8	14,0	14,3	9,9	7,7	5,2	9,1
1983	3,5	2,6	6,0	8,1	8,3	11,8	16,5	14,8	13,1	10,2	10,2	4,9	9,2
1984	4,5	2,2	3,0	7,4	6,9	11,7	13,7	13,7	12,1	10,2	9,0	5,2	8,3
1985	0,6	6,1	4,1	7,5	8,6	12,6	15,1	13,5	13,6	10,9	4,6	5,8	8,6
1986	4,9	3,5	5,4	4,2	9,3	11,8	14,1	13,6	13,4	11,7	7,7	5,6	8,8
1987	2,0	4,1	6,0	8,9	8,8	11,5	15,1	15,1	14,8	11,8	7,0	7,2	9,4
1988	6,8	4,9	5,0	8,0	10,4	12,7	13,3	15,0	12,7	11,7	7,3	3,7	9,3
1989	3,0	4,8	7,1	5,9	11,2	12,6	15,8	15,2	12,5	11,9	10,5	10,2	10,0
1990	4,3	9,2	7,2	7,0	11,4	12,8	14,5	15,7	14,3	12,8	8,6	3,1	10,1
1991	5,5	4,7	9,7	7,2	10,8	13,8	16,6	18,3	17,3	10,0	8,9	5,9	10,7
1992	3,2	5,7	6,8	8,2	12,5	12,3	16,4	17,3	13,5	10,9	10,8	7,9	10,5
1993	6,5	4,4	6,3	8,1	11,0	14,2	14,7	16,1	13,6	10,8	6,8	7,6	10,0
1994	5,7	6,1	9,0	7,6	11,1	13,1	17,3	18,2	13,3	12,0	11,2	8,7	11,1
1995	5,7	7,2	6,7	7,5	11,9	13,4	16,9	17,7	13,5	14,5	8,8	7,1	10,9
1996	9,6	4,6	6,9	8,6	10,5	14,7	16,5	16,1	12,5	11,5	8,7	7,3	10,6
1997	6,0	7,7	7,8	8,1	12,3	14,2	15,6	18,2	15,6	14,8	9,7	7,4	11,4
1998	7,3	7,2	8,2	8,3	12,2	13,9	16,3	16,8	15,6	11,5	7,1	5,9	10,9
1999	6,9	5,2	8,1	9,3	12,8	14,0	17,2	17,8	16,5	13,2	6,6	5,5	11,1
2000	3,8	7,5	6,5	8,4	12,9	15,0	15,4	16,6	15,5	11,7	8,6	10,1	11,0
2001	7,7	6,4	10,3	8,4	11,8	13,7	15,6	17,4	13,0	14,4	6,1	2,9	10,6
2002	7,2	8,2	8,4	7,9	9,9	14,1	15,1	16,1	13,7	13,6	10,6	10,0	11,2

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

15



### TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2003	5,6	5,3	9,4	10,6	11,5	17,5	17,2	20,0	16,0	11,4	9,8	7,3	11,8
2004	7,3	4,8	4,8	8,3	10,8	15,4	16,2	17,3	16,1	13,8	7,4	6,9	10,8
2005	5,0	2,8	6,2	9,0	12,5	16,0	16,7	16,3	14,9	14,5	7,5	3,9	10,4
2006	4,9	4,4	8,6	9,0	11,9	15,3	19,0	16,2	16,4	15,9	11,7	5,4	11,6
2007	6,3	8,5	7,6	10,5	12,1	14,2	15,6	16,1	13,3	11,9	6,0	5,7	10,7
2008	6,9	8,5	7,2	8,6	11,7	14,5	15,0	15,9	14,0	10,8	7,6	5,4	10,5
2009	5,0	4,8	5,7	8,1	11,7	15,1	16,5	17,1	15,3	12,4	10,8	6,5	10,8
2010	4,9	5,4	7,0	8,8	10,4	13,8	16,9	16,0	13,6				
<b>MEDIA</b>	4,4	4,7	5,7	7,2	9,9	12,7	14,8	15,2	13,3	11,1	7,2	5,2	

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



### TEMPERATURA MEDIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1961	6,1	10,4	8,9	12,1	13,7	15,8	17,3	17,2	18,8	13,9	9,1	9,2	12,7
1962	7,4	5,5	7,2	9,6	12,5	15,0	16,9	18,3	16,9	14,6	7,1	5,1	11,3
1963	4,0	4,4	10,1	10,2	11,1	15,3	17,7	15,9	15,4	14,0	11,6	5,1	11,2
1964	6,0	7,2	7,9	9,4	14,4	15,6	18,1	17,8	18,6	11,2	8,0	5,1	11,6
1965	5,8	2,9	8,9	8,9	12,1	14,2	16,1	16,8	14,0	15,6	9,4	7,7	11,0
1966	7,3	10,9	6,9	12,0	12,3	15,5	16,0	17,3	17,8	13,8	6,8	7,2	12,0
1967	6,0	7,1	8,7	7,9	13,2	14,4	17,7	17,2	16,6	15,5	9,4	4,1	11,5
1968	6,6	7,6	6,9	10,1	11,4	14,5	17,1	17,2	16,1	16,0	10,8	7,4	11,8
1969	7,3	4,6	8,2	9,5	13,8	13,9	18,4	17,4	15,1	15,1	8,8	5,3	11,4
1970	8,0	6,4	5,1	7,7	12,5	16,7	17,5	18,1	17,5	12,2	12,3	4,4	11,5
1971	6,8	5,3	4,0	11,3	12,5	13,6	19,2	18,0	16,0	15,7	6,7	6,5	11,3
1972	5,4	7,1	8,8	9,0	10,7	13,1	16,7	15,7	13,3	12,7	9,4	7,9	10,8
1973	5,4	4,7	6,6	8,1	14,7	15,5	16,5	19,3	17,0	12,0	8,7	5,6	11,2
1974	8,7	6,9	7,9	9,1	11,7	15,1	16,5	17,0	14,6	8,8	9,6	7,7	11,1
1975	7,9	8,3	6,2	8,5	10,8	14,9	17,9	18,6	16,2	13,2	8,0	3,6	11,2
1976	4,7	7,3	7,5	8,0	12,2	17,4	18,1	18,1	15,4	12,6	7,0	6,7	11,3
1977	5,5	9,6	10,4	8,7	10,6	13,3	16,0	15,5	15,1	14,3	9,1	9,0	11,4
1978	4,9	8,4	7,8	8,2	11,3	13,9	15,9	16,6	15,7	13,1	9,1	9,7	11,2
1979	6,2	6,9	7,7	9,0	11,8	14,4	17,0	16,5	16,1	14,2	8,2	8,3	11,4
1980	5,5	8,5	7,6	8,7	11,0	13,9	14,9	17,6	17,1	12,8	9,2	5,0	11,0
1981	5,3	5,1	11,1	9,7	12,7	15,2	15,8	18,1	16,7	13,3	9,9	8,0	11,7

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

17



### TEMPERATURA MEDIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1982	9,2	8,5	7,9	9,5	13,3	16,9	18,4	17,2	18,5	13,4	11,1	7,9	12,6
1983	7,2	5,7	8,9	11,9	12,0	15,9	19,4	18,0	17,6	14,5	13,3	8,0	12,7
1984	7,1	4,9	6,6	11,5	9,9	15,1	17,9	17,5	16,0	14,0	11,7	8,0	11,7
1985	3,2	9,8	6,9	11,3	11,8	15,9	18,5	17,4	18,4	14,9	8,0	9,1	12,1
1986	7,1	6,1	9,0	6,9	13,2	15,1	17,4	17,5	16,6	14,7	10,5	8,5	11,9
1987	4,7	6,6	8,9	12,8	11,9	14,8	17,6	18,5	19,2	14,9	9,8	10,3	12,5
1988	9,5	7,8	8,4	11,2	13,6	15,7	17,2	18,2	16,4	15,6	11,3	6,4	12,6
1989	6,7	8,6	10,6	9,0	15,3	16,4	19,4	18,8	16,5	15,6	13,3	13,0	13,6
1990	7,8	12,5	11,2	9,6	15,5	15,7	18,8	19,4	17,9	16,3	10,8	5,9	13,5
1991	8,0	7,8	12,3	10,0	12,8	16,4	18,9	21,6	20,8	13,1	11,3	8,7	13,5
1992	6,0	9,2	9,2	10,8	16,2	15,0	19,0	20,6	16,9	12,9	13,6	10,4	13,3
1993	9,7	7,2	9,8	11,4	14,5	16,5	17,2	19,2	16,3	13,6	10,0	10,4	13,0
1994	8,4	9,5	11,6	10,2	14,1	16,3	19,6	20,4	15,7	15,3	13,5	10,9	13,8
1995	8,5	10,6	9,8	10,7	14,8	16,5	20,4	20,8	16,6	18,4	12,5	10,1	14,1
1996	12,3	7,0	10,7	11,9	14,1	17,5	18,8	18,2	15,6	14,7	11,1	9,4	13,4
1997	8,6	11,3	11,4	11,5	15,3	16,7	17,5	21,0	19,1	18,1	13,0	10,2	14,5
1998	10,5	11,1	11,8	11,7	15,0	17,5	19,5	20,4	18,9	14,4	10,2	9,4	14,2
1999	9,9	7,5	11,2	12,9	16,7	17,3	20,1	21,3	20,5	16,6	9,4	9,0	14,4
2000	6,8	10,4	10,2	12,6	16,3	18,7	19,5	19,9	19,2	14,8	11,6	12,9	14,4
2001	10,6	9,4	13,7	11,8	15,2	17,2	19,1	21,4	17,3	19,3	9,1	6,6	14,2
2002	11,0	11,2	12,3	11,7	14,2	17,0	18,4	18,9	18,1	16,9	13,5	12,7	14,7

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

#### PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO DEL METRO DE DONOSTIALDEA

18



### TEMPERATURA MEDIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2003	8,2	8,2	13,8	14,5	15,5	20,9	20,7	23,8	19,7	14,9	13,3	10,1	15,3
2004	10,0	8,5	9,1	11,9	14,4	19,5	19,8	21,5	19,6	17,2	10,4	9,3	14,3
2005	8,4	6,1	11,3	13,2	16,4	20,1	20,6	20,0	18,5	18,4	10,8	6,9	14,2
2006	7,6	7,5	12,8	12,7	16,3	19,5	23,0	20,2	20,6	19,7	15,3	9,2	15,4
2007	9,7	12,2	11,1	13,9	15,4	18,0	19,5	19,8	17,1	14,7	9,0	8,6	14,1
2008	9,9	12,3	10,0	12,3	15,7	17,5	19,0	19,6	17,9	14,4	9,8	8,0	13,9
2009	8,1	8,0	9,5	11,3	14,8	18,7	20,4	20,6	18,4	16,3	13,7	9,1	14,1
2010	7,5	8,2	10,7	13,0	13,8	16,8	19,9	19,7	17,9				
<b>MEDIA</b>	7,5	8,0	9,3	10,6	13,5	16,1	18,3	18,7	17,2	14,7	10,4	8,1	

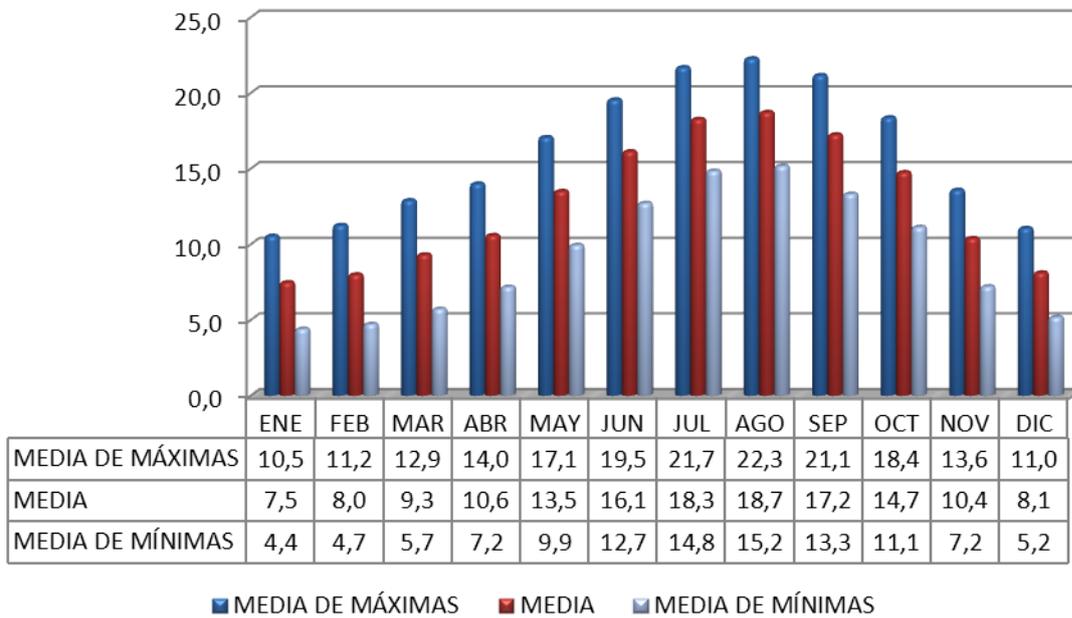
Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

### PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO DEL METRO DE DONOSTIALDEA



## TEMPERATURAS

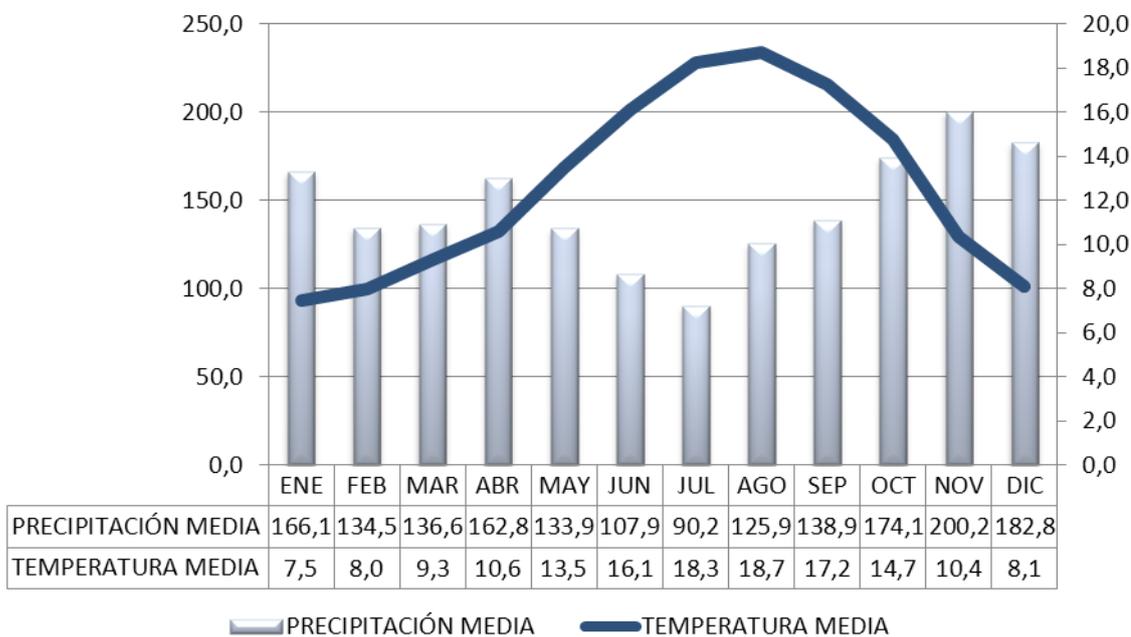


De los datos anteriormente expuestos se concluye que la temperatura media presenta variaciones moderadas a lo largo del año, con máximas de la temperatura media en los meses de julio y agosto (18,3° y 18,7 ° respectivamente) y mínimas de temperatura media en los meses de diciembre, enero y febrero (8,1°, 7,5° y 8,0°).

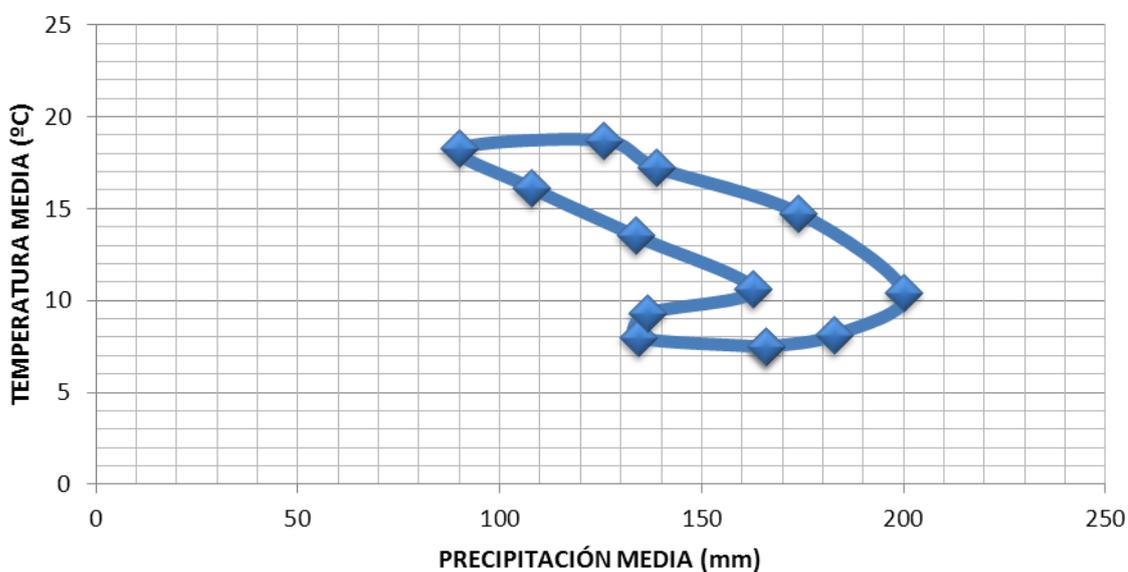
### 2.4 RELACIÓN ENTRE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

A continuación se incluye el diagrama ombrotérmico y de termohietas correspondientes. En ellos se aprecia que los meses más secos son aquellos en los que las temperaturas son mayores (verano), mientras que las precipitaciones dominantes se dan en invierno.

## DIAGRAMA OMBROTÉRMICO



## DIAGRAMA DE TERMOHIETAS



Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

21

### 3. HIDROLOGÍA

En este apartado se determina el caudal máximo asociado a cada cuenca en función del período de retorno considerado.

Para ello, se observará la metodología propuesta en la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

#### 3.1 PERÍODOS DE RETORNO

El período de retorno a observar en el diseño de los elementos de drenaje será de 25 años, asimilándolos a drenaje superficial de plataforma y márgenes.

#### 3.2 ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA PD

Para la determinación de las precipitaciones asociadas a cada periodo de retorno se han utilizado dos procedimientos:

- Mediante el ajuste de la distribución de Gumbel a la serie de precipitaciones de la estación meteorológica seleccionada.
- A partir de los datos pluviométricos contenidos en la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, del Ministerio de Fomento

A continuación se recogen los valores de pluviometría obtenidos por cada método.

##### 3.2.1 AJUSTE DE GUMBEL A LOS REGISTROS DE LAS ESTACIONES PROXIMAS A LA ZONA DE PROYECTO

Como se indicó anteriormente, se han considerado los datos pluviométricos recogidos en la estación 1-024 “Ategorrieta”.

CÓDIGO	ESTACIÓN	PERÍODO	Nº AÑOS TOTALES (P)	Nº AÑOS COMPLETOS (P <sub>TOTAL</sub> /P <sub>MÁX</sub> )
1-024	SAN SEBASTIÁN “ATEGORRIETA”	T 1961 – 2010 P 1959 – 2010	52	42 / 42

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

22



A partir de los datos de Precipitaciones Máximas Diarias se seleccionan los valores máximos de esta variable para cada año.

AÑO	PD (MM)
1960	117,6
1962	52,7
1963	158,5
1964	41,5
1965	73
1966	115,5
1967	44,7
1968	69
1969	48
1970	96
1971	64
1972	52,5
1973	72,5
1974	57

AÑO	PD (MM)
1975	49
1976	95
1978	62
1979	62,5
1980	107
1982	72
1984	78
1986	58
1987	73,2
1988	55,7
1989	53,5
1990	55,4
1991	91
1992	140

AÑO	PD (MM)
1994	83
1995	53,2
1996	73,4
1997	100,5
1998	64
1999	82,5
2001	39,2
2002	224
2003	60
2004	76
2006	95,7
2007	133,1
2008	55
2009	108,1

Estos valores se ajustan a la distribución Gumbel, que presenta una función de distribución acumulada:

$$F(x; d, u) = e^{-e^{-d(x-u)}}$$

donde x presenta el valor a asumir por la variable aleatoria, con d y u parámetros base y e base de los logaritmos neperianos.

Despejando x de la expresión anterior se obtiene:

$$x = u - \frac{\ln(-\ln F(x))}{d}$$

siendo:

$$F(x) = 1 - \frac{1}{T}$$

En base a lo anterior se obtienen los siguientes valores de Precipitación Máxima Diaria Pd para los diferentes períodos de retorno:

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

23

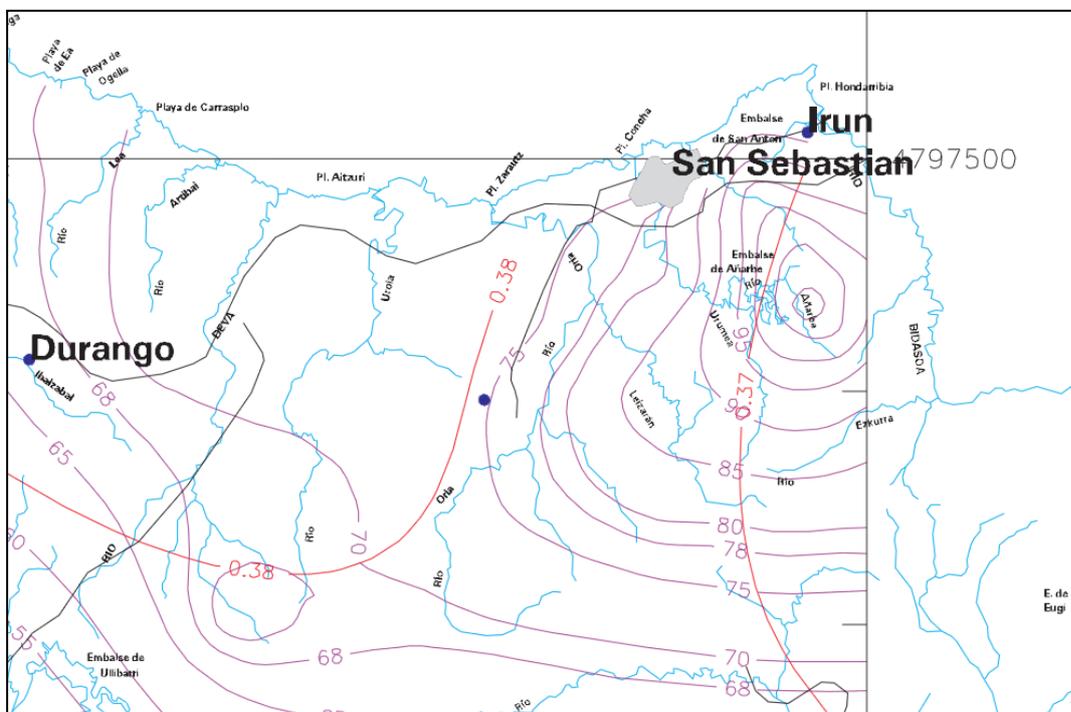


- Ajuste de Gumbel
- Valor medio: 80,0595
- Desviación típica: 35,4798

PERÍODO DE RETORNO	5	10	25	50	100	500
ATEGORRIETA	105,6	126,4	152,6	172,1	191,4	236,0

### 3.2.2 CONSULTA DE LA PUBLICACIÓN “MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR”

De acuerdo con esta publicación del Ministerio de Fomento, el valor de Precipitación Máxima Diaria para un periodo de retorno determinado puede obtenerse a partir de dos parámetros: el valor medio Pmed y el coeficiente de variación Cv.



Así, en el área de estudio los valores obtenidos han sido:

- Valor medio Pmed: 74 mm
- Coeficiente de variación Cv: 0,378

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

24

X/Y (UTM)	5	10	25	50	100	500
580000/4785000	92	109	132	152	171	222

### 3.2.3 CONCLUSIÓN

Del análisis de las dos fuentes de datos existentes se concluye que la adopción de los valores obtenidos a partir del ajuste de Gumbel de los datos de la estación 1-024 "Ategorrieta" es el criterio más conservador además de ser la fuente más fiable. Por ello, éstos serán los valores de precipitación máxima diaria finalmente adoptados.

PERÍODO DE RETORNO	5	10	25	50	100	500
Pd (mm)	105,6	126,4	152,6	172,1	191,4	236,0

### 3.3 INTENSIDAD DE LLUVIA PARA UN AGUACERO DE DURACIÓN IGUAL AL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

La intensidad de lluvia para un aguacero de una duración determinada se calcula según la fórmula que se indica a continuación:

$$I_t = I_d \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

siendo:

$I_t$ : intensidad media de precipitación en un tiempo t, en mm/h

$I_d$ : intensidad media diaria de precipitación (Pd/24), en mm/h

$I_1/I_d$ : relación entre las intensidades de lluvia horaria y diaria, cuyo valor para la zona de estudio es igual a 9.

t: duración del aguacero, en horas

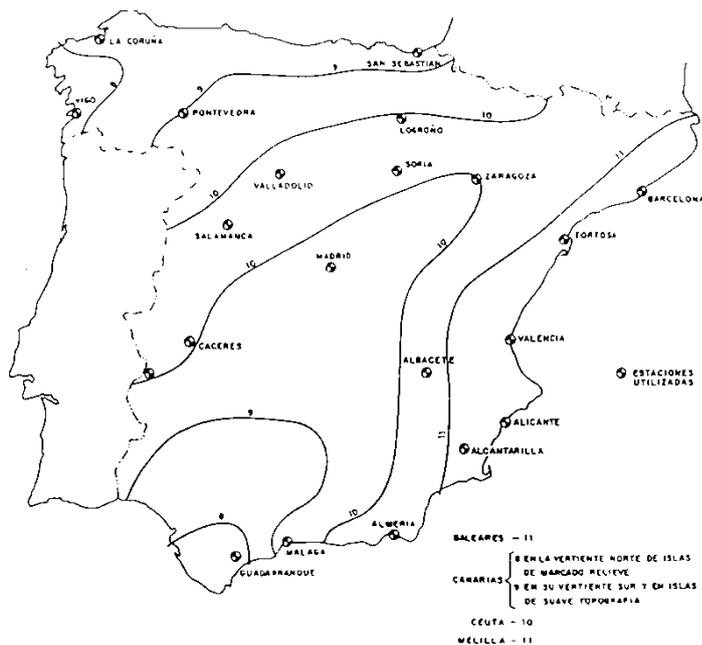
Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

25





Aplicando esta fórmula para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca, se obtiene la intensidad de cálculo para cada cuenca y para cada período de retorno.

### 3.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS

Por tratarse de zonas urbanizadas (aceras, viales y cubiertas) el flujo será difuso y no canalizado y por tanto la fórmula descrita en la Instrucción 5.2-IC no es de aplicación. Se adoptará, por tanto, un tiempo de concentración de 10 minutos, que se considera válido para las características de las cuencas objeto de estudio.

### 3.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Para las cuencas ubicadas en zonas urbanizadas (aceras y viales) se toma un valor del coeficiente de escorrentía de 0,95. En el caso de zonas ajardinadas se toma el valor de 0,60.

### 3.6 CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca se obtendrá mediante la siguiente fórmula (método racional):

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3000}$$

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

26

siendo:

Q: caudal, en l/s

C: coeficiente medio de escorrentía de la cuenca

I: intensidad media de precipitación correspondiente a un intervalo igual al tiempo de concentración, en mm/h

Para  $t_c = 10 \text{ min} \rightarrow I_{tc} = 142,37 \text{ mm/h}$

A: área de la cuenca, en  $\text{m}^2$

En la tabla que sigue a continuación se indican los caudales estimados para las cuencas de este tramo. En el área asociada a cada cuenca se ha considerado no sólo la superficie en planta del propio elemento, sino también su área vertiente en base a la red de sumideros existente.

CUENCA	A ( $\text{m}^2$ )	T <sub>c</sub> (h)	Tr (años)	Pd (mm)	Id (mm/h)	I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub>	I <sub>tc</sub> (mm/h)	C	Q (L/s)
O.S.-1 Ventilación de Emergencia Plaza Zaragoza	179,3	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.60	5.1
O.S.-2 Ascensor calle Easo	415	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	18.7
O.S.-3 Ventilación EBA	90	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	4.1
O.S.-4 Ventilación de Emergencia calle San Bartolomé	440	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	19.9
Cañón de Acceso Plaza Xabier Zubiri	470	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	21.2
Cañón de acceso Loiola	240	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	10.8
Cañón de Acceso San Bartolomé	0*	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	0.0
O.S.-5 Ventilación de Emergencia calle Salud	160	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	7.2
O.S.-6 Ascensor Autonomía	15	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	0.7
O.S.- 7 EBA Autonomía	115	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	5.2
Cañón de Acceso Autonomía	0*	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	0.0
Cañón de Acceso Errondo	85	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95	3.8
O.S.- 9 Rampa de Ataque	165 201	0.167	25	152.6	6.36	9	142.37	0.95 0.60	13.2

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

27



(\*) En los cañones de acceso con aporte nulo de agua se diseñará una solución semejante al resto de cañones.

#### 4. DRENAJE

En este apartado se determinará el caudal desaguado por los diferentes elementos que constituyen la red de drenaje.

##### 4.1 CÁLCULO DE INFILTRACIONES Y COLECTORES TRAMOS ENTERRADOS

El caudal de infiltración dentro del túnel de línea y de la caverna se estima en base al método de Heuer para el caso de recarga vertical, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot H}{\ln \frac{2 \cdot z}{r}}$$

siendo:

- q: caudal por unidad de longitud de túnel
- k: permeabilidad del macizo rocoso
- H: altura de agua del acuífero
- z: espesor del macizo rocoso situado encima del túnel
- r: radio del túnel

Se muestran a continuación los valores de permeabilidad a lo largo de la traza extraídos de los documentos antecedentes mencionados al inicio de este documento:

- Anejo nº 8 Climatología, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo de Obra Civil del Metro de Donostialdea. Tramo: La Concha-Morlans
- Anejo nº 6 Impermeabilización, Hidrología y Drenaje del Proyecto Constructivo de Superestructura del Metro de Donostialdea. Tramo: Lugaritz-Morlans

En el caso del tramo comprendido entre los PKs 0+630-0+845 se ha asignado un valor de permeabilidad mayor que la reflejada en los documentos antes citados.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

28



PK inicio	k (m/s)
0+070	2.60E-08
0+400	5.20E-08
0+535	7.80E-08
0+630	1.00E-06
0+845	4.16E-07
0+950	2.47E-07
1+060	1.00E-06
1+195	3.25E-07
1+225	8.45E-07
1+315	1.04E-07
1+390	3.38E-07
1+445	1.13E-06
1+525	3.51E-07
1+935	1.04E-07

Para obtener los caudales de infiltración de cada tramo del túnel de línea y estaciones, se han tomado los valores de permeabilidad anteriormente referidos de tal modo que entre valores de permeabilidad próximos entre sí se ha tomado el mayor valor para esa zona dado que deja del lado de la seguridad. Combinando así estos valores con la altura del nivel freático y los valores de profundidad de la roca obtenida de la campaña geotécnica se obtienen los siguientes caudales de infiltración:

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

29



Túnel de Línea									
PK inicio	PK final	Z (m)	H (m)	k (m/s)	R (m)	q (m <sup>2</sup> /s)	Longitud (m)	Q (l/s)	DESTINO
0+070,00	0+400,00	21,7	21,7	2,60E-08	4,10	1,50E-06	330,00	0,50	A bombeo en punto bajo 0+746,40
0+400,00	0+535,00	15,5	25,8	5,20E-08	4,10	4,17E-06	135,00	0,56	A bombeo en punto bajo 0+746,40
0+535,00	0+630,00	15,6	27,7	7,80E-08	4,10	6,69E-06	95,00	0,64	A bombeo en punto bajo 0+746,40
0+630,00	0+746,40	15,3	31,4	1,00E-06	4,10	9,82E-05	116,40	11,43	A bombeo en punto bajo 0+746,40
<b>Bombeo Punto Bajo Trazado 0+746,40</b>									
0+746,40	0+845,00	7,2	30,6	1,00E-06	4,10	1,53E-04	98,60	15,09	A bombeo en punto bajo 0+746,40
0+845,00	0+950,00	11,5	28,7	4,16E-07	5,10	4,98E-05	105,00	5,23	A bombeo en punto bajo 0+746,40
0+950,00	0+958,85	14,3	26,4	2,47E-07	4,10	2,11E-05	8,85	0,19	A bombeo en punto bajo 0+746,40
<b>Bombeo Testero Norte Concha 0+958,845</b>									
0+958,85	1+007,79	10,6	26,3	2,47E-07	7,00	3,68E-05	48,94	1,80	A bombeo Norte en Estación Concha
1+007,79	1+056,73	12	26,3	2,47E-07	7,00	3,31E-05	48,94	1,62	A bombeo Sur en Estación Concha
<b>Bombeo Testero Sur Concha 1+056,728</b>									
1+056,73	1+060,00	13,3	26,3	2,47E-07	4,10	2,18E-05	3,27	0,07	A bombeo Sur en Estación Concha
<b>Punto Alto Trazado 1+060</b>									
1+060,00	1+128,70	17,4	26,3	1,00E-06	4,10	7,73E-05	68,70	5,31	A bombeo en punto bajo 1+128,70
<b>Bombeo Punto Bajo Trazado 1+128,70</b>									
1+128,70	1+195,00	6,4	27	1,00E-06	4,10	1,49E-04	66,30	9,88	A bombeo en punto bajo 1+128,70
1+195,00	1+225,00	5,2	28,2	3,25E-07	4,10	6,19E-05	30,00	1,86	A bombeo en punto bajo 1+128,70

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

30



Túnel de Línea									
PK inicio	Pk final	Z (m)	H (m)	k (m/s)	R (m)	q (m2/s)	Longitud (m)	Q (l/s)	DESTINO
1+225,00	1+315,00	5,6	26,4	8,45E-07	4,10	1,39E-04	90,00	12,55	A bombeo en punto bajo 1+128,70
1+315,00	1+390,00	5,6	26,4	1,04E-07	4,10	1,72E-05	75,00	1,29	A bombeo en punto bajo 1+128,70
1+390,00	1+445,00	5,7	21,7	3,38E-07	4,10	4,51E-05	55,00	2,48	A bombeo en punto bajo 1+128,70
1+445,00	1+525,00	10,1	19,7	1,13E-06	4,10	8,77E-05	80,00	7,02	A bombeo en punto bajo 1+128,70
1+525,00	1+771,54	48,6	48,6	3,51E-07	4,10	3,39E-05	246,54	8,35	A bombeo en punto bajo 1+128,70
<b>Bombeo Testero Norte Easo 1+771,537</b>									
1+771,54	1+820,00	36,4	36,4	3,51E-07	7,00	3,43E-05	48,46	1,66	A bombeo Norte en Estación Easo
1+820,00	1+867,60	30,4	30,4	3,51E-07	7,00	3,10E-05	47,60	1,48	A bombeo Sur en Estación Easo
<b>Bombeo Testero Sur Easo 1+863,937</b>									
1+867,60	1+935,00	30,4	30,4	3,51E-07	4,10	2,49E-05	67,40	1,68	A bombeo Sur en Estación Easo
1+935,00	2+087,00	15,6	15,6	1,04E-07	4,80	5,45E-06	152,00	0,83	A bombeo Sur en Estación Easo

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



Cañones								
Cañón	Z (m)	H (m)	k (m/s)	R (m)	q (m <sup>2</sup> /s)	Longitud (m)	Q (l/s)	DESTINO
Xabier Zubiri	8	23	2,47E-07	3,75	2,46E-05	20,00	0,49	A bombeo en punto bajo 0+746,40
Loiola	9,2	23,8	2,47E-07	3,75	2,32E-05	40,00	0,93	A bombeo Sur en Estación Concha
San Bartolomé	12,8	25	2,47E-07	3,75	2,02E-05	60,00	1,21	A bombeo Sur en Estación Concha
Autonomía	20,8	2,5	3,51E-07	3,75	2,29E-06	140,00	0,32	A bombeo Norte en Estación Easo
Errondo	3	4,85	3,51E-07	3,75	2,28E-05	20,00	0,46	A bombeo Sur en Estación Easo

Obras Singulares								
Obra Singular	Z (m)	H (m)	k (m/s)	R (m)	q (m <sup>2</sup> /s)	Longitud (m)	Q (l/s)	DESTINO
OS-01 VE Plaza Zrgz	15,7	30,9	4,16E-07	4,80	4,30E-05	40,00	1,72	A bombeo en punto bajo 0+746,40
OS-02 Ascensor Easo	10	29,6	2,47E-07	2,10	2,04E-05	20,00	0,41	A bombeo Norte en Estación Concha
OS-03 EBA calle Easo	19,3	29	2,47E-07	5,09	2,22E-05	31,00	0,69	A bombeo Sur en Estación Concha
OS-04 VE Bartolomé	28,1	37	1,00E-06	4,80	9,45E-05	26,50	2,50	A bombeo en punto bajo 1+128,70
OS-05 VE Salud	18	11,6	3,51E-07	4,80	1,27E-05	30,00	0,38	A bombeo en punto bajo 1+128,70
OS-06 Ascensor Salud	20,8	2,5	3,51E-07	3,75	2,29E-06	12,00	0,03	A cañón Autonomía
OS-07 EBA Autonomía	4	7,8	3,51E-07	5,09	3,80E-05	21,00	0,80	A bombeo Sur en Estación Easo
OS-09 VE Morlans	33,5	33,5	3,51E-07	4,40	2,71E-05	260,00	7,05	A bombeo Sur en Estación Easo

Anejo nº6: Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA



## 4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL COLECTOR LONGITUDINAL DE TÚNEL

En base a los datos obtenidos con anterioridad, tanto de caudales de infiltración como los obtenidos a cielo abierto, se dimensiona el colector longitudinal del túnel.

Para el cálculo de los colectores del túnel de línea se añadirá, a los valores de caudal de infiltración anteriormente obtenidos, los valores de caudal procedentes de los colectores y bajantes ubicados en los pozos de ventilación, EBA, ascensores y cañones de las estaciones.

Se obtienen los siguientes tramos diferenciados:

- 1) El primer tramo discurre entre los PKs 0+070 – 0+746,40 (bombeo) con una pendiente del 3%. Se ha estimado que este tramo desaguará un caudal de 13,12 l/s siendo la capacidad máxima del colector de 315 mm de diámetro previsto de 275 l/s.

PK inicial	PK final	Q infiltr (l/s)	Elementos Vertientes (precip)	Q elementos (l/s)	Q total (l/s)
0+070	0+746,40	13,12	---	0	13,12

PK inicial	PK final	Q total (l/s)	TIPO	n (Manning)	Φ (mm)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
0+070	0+746,40	13,12	PVC	0,009	315	3	0.05	1.82

- 2) El segundo tramo es el comprendido entre los PKs 0+746,40 (bombeo) – 0+958,85 (testero Concha) con una pendiente del 4%. Este tramo desaguará el caudal infiltrado en el túnel (20,51 l/s), y los caudales tanto de infiltración como del tramo a cielo abierto de la ventilación de emergencia de plaza Zaragoza (1,72 l/s + 5,1 l/s) y del cañón de Xabier Zubiri (0,49 l/s + 21,19 l/s). El caudal previsto es, por tanto, de 49,01 l/s, teniendo el colector dimensionado capacidad para el drenaje de 318 l/s.

PK inicial	PK final	Q infiltr (l/s)	Elementos Vertientes (precip)	Q elementos (l/s)	Q total (l/s)
0+746,40	0+958,85	20,51	Pozo Ventilación Plaza Zaragoza Cañón Xabier Zubiri	28,50	49,01

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

33



PK inicial	PK final	Q total (l/s)	TIPO	n (Manning)	Φ (mm)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
0+746,40	0+958,85	49,01	PVC	0,009	315	4	0,08	2,96

- 3) El tercer tramo discurre entre el Pk 1+060 (punto alto) y el Pk 1+128,70 (bombeo) con una pendiente del 2,8 %. Este tramo drena los caudales procedentes del túnel de línea (5,31 l/s) y los de la ventilación de emergencia de la calle San Bartolomé (19,9 + 2,50 l/s). El caudal a desaguar previsto es de 27,71 l/s siendo la capacidad máxima del colector 266 l/s.

PK inicial	PK final	Q infiltr (l/s)	Elementos Vertientes (precip)	Q elementos (l/s)	Q total (l/s)
1+060	1+128,70	5,31	Pozo Ventilación San Bartolomé	22,4	27,71

PK inicial	PK final	Q total (l/s)	TIPO	n (Manning)	Φ (mm)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
1+060	1+128,70	27,71	PVC	0,009	315	2,8	0,07	2,21

- 4) El cuarto tramo discurre entre los Pks 1+128,70 (bombeo) – 1+771,54 (testero Easo) con una pendiente mínima de 0,5%. En este tramo se recogen los caudales procedentes del túnel de línea (43,42 l/s) y de la ventilación de emergencia de la calle salud (0,38 l/s + 7,2 l/s). El caudal total es por tanto de 51 l/s y en este caso se dispone de un colector de diámetro 400 mm cuya capacidad máxima de desagüe es de 212 l/s.

PK inicial	PK final	Q infiltr (l/s)	Elementos Vertientes (precip)	Q elementos (l/s)	Q total (l/s)
1+128,70	1+771,54	43,42	Pozo Ventilación calle Salud	7,58	51

PK inicial	PK final	Q total (l/s)	TIPO	n (Manning)	Φ (mm)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
1+128,70	1+771,54	51	PVC	0,009	400	0,5	0,13	1,39

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

34



- 5) El quinto y último tramo discurre desde el testero de la estación Easo en el PK 1+863,94 hasta el PK 1+963 con una pendiente de 4,5%. Se recogen en este tramo las aguas procedentes de la infiltración freática del tramo de túnel de línea (2,50 l/s) y la procedente de la ventilación de emergencia de Morlans (7,05 l/s + 25,5 l/s). En total se evacuarán 35,05 l/s siendo el máximo para un colector de 315 mm de diámetro de 337 l/s.

PK inicial	PK final	Q infiltr (l/s)	Elementos Vertientes (precip)	Q elementos (l/s)	Q total (l/s)
1+867	2+087	2,50	Ventilación Emergencia Morlans	32,55	35,05

PK inicial	PK final	Q total (l/s)	TIPO	n (Manning)	Φ (mm)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
1+867	2+087	35,05	PVC	0,009	315	4,5	0,07	2,80

A partir del PK 1+963 y hasta el final de trazado no se dispone de colector longitudinal en el túnel. Este tramo se corresponde con la sección tipo viga del falso túnel de Morlans, no existiendo en la misma espacio suficiente para albergar el colector.

En este caso concreto el agua será conducida por las canaletas longitudinales hasta conectar con el colector longitudinal en el PK 1+963. Se comprueba que el calado máximo en las canaletas será de 6 cm para los caudales estimados habiéndose incluido su comprobación en el Apéndice nº 6.3 Cálculos Hidráulicos.

#### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES EN ESTACIONES Y BAJANTES

Por cada elemento que puede llegar a recibir escorrentía del exterior se proyecta un colector y bajante que recoja esta agua.

A continuación se dimensionan los colectores proyectados, que presentan una pendiente mínima de 2% en los tramos bajo solera:

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

35



COLECTOR	TIP O	n (Manning)	Φ (mm)	Q (L/s)	Pdte min (%)	H agua (m)	Vel (m/s)
<b>CENTRO-LA CONCHA</b>							
O.S.-1 Ventilación de Emergencia	PVC	0,009	150	5,1 + 1,72	2,0	0,05	1,4
O.S.-2 Ascensor calle Easo	PVC	0,009	150	18,7 + 0,41	2,0	0,09	1,9
O.S.-3 Ventilación EBA	PVC	0,009	150	4,1 + 0,69	2,0	0,04	1,3
O.S.-4 Ventilación de Emergencia calle San Bartolomé	PVC	0,009	200	19,9 + 2,50	2,0	0,08	1,9
Cañón de Acceso Plaza Xabier Zubiri	PVC	0,009	150	21,19 + 0,49	2,0	0,09	1,9
Cañón de acceso Loiola	PVC	0,009	150	10,8 + 0,93	2,0	0,07	1,7
Cañón de acceso San Bartolomé	PVC	0,009	150	1,21	2,0	0,02	0,9
<b>EASO</b>							
O.S.-5 Ventilación de Emergencia calle Salud	PVC	0,009	150	7,2 + 0,38	2,0	0,05	1,5
O.S.-6 Ascensor Autonomía	PVC	0,009	150	0,70 + 0,03	2,0	0,02	0,7
O.S.- 7 EBA Autonomía	PVC	0,009	150	5,2 + 0,80	2,0	0,05	1,4
Cañón de Acceso Errondo	PVC	0,009	150	3,8 + 0,46	2,0	0,04	1,2
Cañón de Acceso Autonomía	PVC	0,009	150	0,32	2,0	0,02	0,8
O.S.- 9 Rampa de Ataque	PVC	0,009	250	32,55	0,5	0,13	1,3

Por otro lado, el dimensionamiento de las bajantes se hará de acuerdo con el Documento Básico HS "Salubridad", capítulo HS-5 "Evacuación de aguas".

De acuerdo con este documento, el diámetro mínimo de las bajantes se obtendrá a partir de la siguiente tabla:

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

36



Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Esta tabla es de aplicación para intensidades pluviométricas de 100 mm/h. Para intensidades diferentes, se obtendrá un área equivalente multiplicando por un factor f:

$$f = Pd/100 = 152,6/100 = 1,526$$

En conclusión, las bajantes a disponer en este proyecto serán las que se describen a continuación. Los diámetros adoptados siguen el esquema seguido en otras estaciones del Metro de Donostialdea, quedando todas ellas con cierta holgura frente al caudal previsto.

BAJANTE	Area neta (m <sup>2</sup> )	Área equivalente (m <sup>2</sup> )	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro adoptado (mm)
<b>CENTRO-LA CONCHA</b>				
O.S.-1 Ventilación de Emergencia	179,3	274	75	150
O.S.-2 Ascensor calle Easo	415	634	110	150
O.S.-3 Ventilación EBA	90	138	63	150
O.S.-4 Ventilación de Emergencia calle San Bartolomé	440	672	125	150
Cañón de Acceso Plaza Xabier Zubiri	470	718	110	150
Cañón de Acceso Loiola	240	367	90	150

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

37



BAJANTE	Area neta (m <sup>2</sup> )	Área equivalente (m <sup>2</sup> )	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro adoptado (mm)
<b>EASO</b>				
O.S.-5 Ventilación de Emergencia calle Salud	160	245	75	150
O.S.-6 Ascensor Autonomía	15	23	65	150
O.S.- 7 EBA Autonomía	115	176	75	150
Cañón de Acceso Errondo	85	130	63	150

En el caso de la O.S.- 9 Rampa de Ataque de Morlans, se han dispuesto bajantes en los tramos de desmonte del emboquille, en los que, debido a su gran desnivel, no es posible poner un colector, para conducir el caudal recogido hacia algún otro elemento o hacia el cauce natural. Las bajantes diseñadas, y dado que su caudal máximo no supera 0,10 m<sup>3</sup>/s, se han proyectado como bajantes articuladas de hormigón prefabricado.

#### 4.4 BOMBEO

Para evacuar los caudales de aguas de infiltración, pluviales y fecales que son recogidos en los pozos de bombeo, se proyectan un conjunto de grupos de bombeo a lo largo del tramo. Estos grupos se componen en todos los casos de dos bombas sumergibles (específicas para aguas residuales) alojadas en depósito, de forma que cada una de ellas sea capaz de desaguar el caudal total pudiendo quedar de este modo la otra en reserva o, en caso de emergencia, funcionar en paralelo con la primera.

Desde cada pozo el agua se evacuará por impulsión hasta cota de calle descargando, a través de una arqueta de rotura de carga, en la red urbana existente.

En concreto, los pozos de bombeo proyectados en este tramo son los siguientes:

- Pozo de bombeo en punto bajo 0+746,40
- Pozo de bombeo en estación de Centro-La Concha, testero norte
- Pozo de bombeo en estación de Centro-La Concha, testero sur
- Pozo de bombeo en punto bajo 1+128,70
- Pozo de bombeo en estación de Easo, testero norte
- Pozo de bombeo en estación de Easo, testero sur

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

38



#### 4.4.1 POZO DE BOMBEO EN PUNTO BAJO 0+746,40

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Túnel de Línea (PK -0+070 → 0+746,40)	13,12
Túnel de Línea (PK -0+746,40→ 0+958,85)	20,51
Pozo Ventilación Plaza -Zaragoza	6,82
Cañón Acceso Xabier Zubiri	21,68
<b>TOTAL</b>	<b>62,13</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 3 bombas.

#### 4.4.2 POZO DE BOMBEO EN ESTACIÓN CENTRO-LA CONCHA, TESTERO NORTE

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Media Caverna Estación	1,80
Ascensor c/Easo	19,11
Saneamiento Estación	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>23,91</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 2 bombas.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

39



#### 4.4.3 POZO DE BOMBEO EN ESTACIÓN CENTRO-LA CONCHA, TESTERO SUR

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Media Caverna Estación	1,62
Túnel de Línea (PK -1+056,73 → 1+060)	0,07
Ventilación EBA c/Easo	4,79
Cañón de Acceso c/Loiola	11,73
Cañón de Acceso c/San Bartolomé	1,21
Saneamiento Estación	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>22,42</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 2 bombas.

#### 4.4.4 POZO DE BOMBEO EN PUNTO BAJO 1+128,70

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Túnel de Línea (PK -1+060 → 1+128,70)	5,31
Túnel de Línea (PK -1+128,70 → 1+771,54)	43,42
Pozo Ventilación San Bartolomé	22,4
Pozo Ventilación c/Salud	7,58
<b>TOTAL</b>	<b>78,71</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 3 bombas.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

40



#### 4.4.5 POZO DE BOMBEO EN ESTACIÓN EASO, TESTERO NORTE

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Media Caverna Estación	1,66
Cañón Acceso c/Autonomía	0,32
Ascensor c/Autonomía	0,73
Saneamiento Estación	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>5,71</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 2 bombas.

#### 4.4.6 POZO DE BOMBEO EN ESTACIÓN EASO, TESTERO SUR

En este pozo se recogen los siguientes caudales:

PROCEDENCIA	CAUDAL (l/s)
Media Caverna Estación	1,48
Túnel de Línea (PK -1+867→ 2+087)	2,50
Pozo de Ventilación EBA c/Autonomía	6,00
Cañón Acceso c/Errondo	4,26
Ventilación de Emergencia Morlans	32,50
Saneamiento Estación	3,00
<b>TOTAL</b>	<b>49,74</b>

Se proyecta un pozo de bombeo con capacidad para 2 bombas.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

41



## 4.5 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

El presente tramo del Metro de Donostialdea discurre por zonas de la ciudad sensiblemente planas y próximas a la desembocadura del río Urumea.

Por ello, en el marco de este proyecto se procede a analizar el riesgo de inundación existente en aquellas zonas donde se dispongan entradas potenciales de agua en caso de inundación, como son las rejillas de los pozos de ventilación.

A continuación se procede a resumir la información recopilada de las distintas fuentes consultadas así como las conclusiones que se extraen de este análisis.

### 4.5.1 MANCHAS DE INUNDACIÓN DEL GOBIERNO VASCO

El Gobierno Vasco, a través de su agencia del agua URA, pone a disposición pública las manchas de inundación previstas con períodos de retorno de 10, 100 y 500 años en todo el ámbito del País Vasco.

La zona objeto de estudio se ubica en las inmediaciones del río Urumea, el cual, de acuerdo con estas manchas, no presenta riesgo de inundación frente a una eventual crecida del río Urumea.

A continuación se adjunta la imagen disponible de la zona de estudio.



Manchas de inundación de 10, 100 y 500 años en San Sebastián

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

42



Vista de detalle de la zona de estudio

#### 4.5.2 INFORMACIÓN HISTÓRICA DE INUNDACIONES EN LA ZONA

La zona de implantación de las rejillas de los pozos se ubica en el ensanche de San Sebastián, área uniformemente nivelada y elevada unos 3-4 metros sobre el nivel del mar en marea alta. Esta zona está flanqueada por la ría por el este y por la Concha por el oeste, estando ambas demasiado próximas como para que se pueda acumular aquella agua que no pueda ser desaguada por el sistema de alcantarillado o por el drenaje natural.

De hecho, en San Sebastián se han inundado históricamente tres zonas de manera repetida:

1. Boulevard/calle Narrica: bien debido a algún aguacero de verano cuando el mantenimiento de las alcantarillas puede ser menos exhaustivo o bien por la entrada en tromba de agua procedente de las olas que rompen en el paseo nuevo y que generan problemas en la calle Treinta y uno de Agosto y calle Aldamar.
2. Barrio de Gros: en buena parte de la calle Miracruz desde Gran Vía hasta el paso inferior de la calle Iparragirre bajo la vía de tren se han producido problemas de inundaciones que, tras importantes obras de alcantarillado, ya han debido ser solucionados, puesto que no se ha inundado desde hace tiempo.
3. Regata de Konporta, en el Antiguo desde Igara/Universidad hasta Ondarreta. Este arroyo desagua por un colector bajo el Igeldo, produciendo graves inundaciones en esta zona.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

43

Se concluye, por lo tanto, que en el área de estudio no se tiene constancia de episodios de inundaciones precedentes que permitan sospechar el riesgo de inundación de alguna de las rejillas de los pozos de ventilación.

#### 4.5.3 ANÁLISIS DE PUNTOS BAJOS Y SENTIDO DE CIRCULACIÓN DEL AGUA

Para completar el estudio de inundabilidad, se procede a analizar la red de drenaje natural de la zona.

Así, en los planos que se adjuntan en el Apéndice nº 1 se indican los sentidos de circulación del agua a partir de las cotas de urbanización del entorno, prestando especial atención a la detección de posibles puntos bajos donde pueda acumularse agua en el caso de un funcionamiento deficiente del sistema de drenaje existente.

Se describe a continuación la casuística para cada caso.

##### 4.5.3.1 POZO DE VENTILACIÓN DE EMERGENCIA PLAZA ZARAGOZA/ESTACIÓN DE CENTRO-LA CONCHA

Este pozo se ubica en la zona ajardinada de la denominada Plaza Zaragoza. Esta plaza se encuentra a cota más elevada que las calles que la circundan y a cota +9,50 aproximadamente, por lo que no constituye un punto bajo.

##### 4.5.3.2 POZO EBA/ESTACIÓN DE CENTRO-LA CONCHA

Ubicado en la calle Easo, esta obra singular se encuentra próxima a un punto alto a cota +7,95 por lo que no cabe suponer riesgo de inundación de la rejilla.

##### 4.5.3.3 POZO DE VENTILACIÓN DE EMERGENCIA SAN BARTOLOMÉ/ESTACIÓN DE CENTRO-LA CONCHA

Este pozo se dispone a la cota +7,30 m en la calle San Bartolomé, en un tramo descendente con pendiente aproximada de 1 %. Al final de la calle San Bartolomé, en su unión con la calle Urbietta, se halla un punto bajo a la cota +6,84 m. Este punto bajo tendría una salida próxima en la propia calle Urbietta, en torno a 40 m al sur del mismo, donde hay un punto alto a la cota +6,90 m. Esta cota es inferior a la de ubicación de la rejilla del pozo, por lo que no habría riesgo de inundación de la misma.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

44



#### 4.5.3.4 POZO DE VENTILACIÓN DE EMERGENCIA SALUD/ESTACIÓN DE EASO

La rejilla de este pozo se ubica al final de la calle Salud, a la cota +20,09 m aproximadamente, en un fondo de saco. En ese tramo la calle presenta una pendiente hacia la propia calle Salud, por lo que no es previsible que dicha rejilla pueda inundarse.

#### 4.5.3.5 POZO EBA/ESTACIÓN DE EASO

LA rejilla de este pozo se ubica en la calle Autonomía, a la cota +9.50 y en un tramo de pendiente de 6% aproximadamente. La pendiente es desceinte, en sentido sur-norte llegando a una zona relativamente horizontal a la cota 6,40 m en la propia calle Autonomía por lo que no es previsible que pueda inundarse.

#### 4.5.3.6 CAÑONES DE ACCESO

Los cañones de acceso son menos problemáticos frente a las inundaciones ya que su entrada se encuentra elevada en relación con las rejillas por dos motivos; en primer lugar, el escalón de acceso que presentan todos ellos, lo que aumenta la cota de entrada el valor de una contrahuella.

Además, en segundo lugar, las entradas están ubicadas, en todos los casos, en zonas peatonales, por lo que estos puntos están elevados respecto a las calzadas la altura de la acera, que es donde se disponen las rejillas.

Por último, se comprueba en los planos que se adjuntan que en ningún caso las entradas están ubicadas en las proximidades de puntos bajos que no tengan una salida próxima y a menor cota que la entrada al cañón, por lo que no se prevé la inundación de ninguno de estos accesos.

#### 4.5.4 CONCLUSIÓN

Se concluye, de lo anteriormente referido, que ninguna de las rejillas de este tramo está ubicada en puntos que históricamente hayan sufrido inundaciones y que, además, queda así recogido por las manchas de inundación del Gobierno Vasco.

Además, a la hora de determinar los emplazamientos seleccionados se ha buscado aquéllos que queden alejados de previsible puntos bajos que puedan suponer un problema de inundación durante la futura explotación de la línea.

Anejo nº6:  
Impermeabilización,  
Hidrología y Drenaje

P0001883-PC-AN-HIDR-0

PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO MIRACONCHA-EASO  
DEL METRO DE DONOSTIALDEA

45

