



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DEL CAUDAL NATURAL DE LA MINA DE PUÇA PARA EL SUMINISTRO DE ZONAS VERDES EN EL MUNICIPIO DE PETRER

AUTOR: JOSE MARÍA MAESTRE ANDREU

TUTOR: JAVIER SORIANO OLIVARES

Curso Académico: 2015-16



AGRADECIMIENTOS

“Quiero aprovechar la ocasión para agradecer el apoyo incondicional de mis padres en esta etapa de cuatro años, estando en cada momento importante de este ciclo, sabiendo siempre qué hacer o qué decir. Simplemente, Gracias”



RESUMEN

El trabajo de fin de grado que se plantea, consiste en el aprovechamiento del caudal que de forma natural, brota en la conocida mina de Puça, para la irrigación de las zonas verdes de la localidad de Petrer, un municipio de unos 35.000 habitantes de la provincia de Alicante. Para ello, deberá llevarse a cabo una reutilización y rehabilitación de viejas conducciones que llegan a una antigua balsa, que también será rehabilitada. Desde dicho punto comenzará el estudio y modelado de la red con la que se pretende llevar a cabo dicho objetivo, la cual será modelada y analizada con el programa Epanet 2.0.

Asimismo, para dimensionar la red, se estudia los consumos de los diferentes puntos a los que se quiere abastecer, obteniendo la demanda requerida por de cada uno de ellos, teniendo como referencia los volúmenes actualmente servidos. La red se dimensiona para poder abastecer futuros consumos en una ampliación que se llevará a cabo en una segunda fase.

Una vez diseñada y dimensionada, con la ayuda de Epanet, la red será estudiada para comprobar que no existen problemas en su funcionamiento y que ésta se comporta de manera normal, sin mostrar anomalías en ninguno de los estudios a los que será sometida. Además, se plantearán situaciones excepcionales de emergencia para comprobar si la red puede hacer frente a diferentes situaciones excepcionales, como la detracción de caudal para la extinción de un incendio.

Por último, se realiza un análisis del impacto económico y medioambiental que esta infraestructura supondría para el municipio, ya que el agua que se pretende reutilizar es de propiedad municipal y no requiere consumo eléctrico para su extracción, pues brota por gravedad. Además, también supone un ahorro en los gastos derivados al tratamiento de agua destinada para el consumo humano, pues al tratarse de riego no necesitaría ninguno de estos tratamientos, lo que supone un coste cero para el Ayuntamiento de Petrer.

Palabras clave:

DISEÑO MODELADO RIEGO AHORRO EFICIENCIA RIEGO HIDRÁULICA
ALMACENAMIENTO DISTRIBUCIÓN ABASTECIMIENTO



RESUM

El treball de fi de grau que es planteja, consisteix en l'aprofitament del cabal que de forma natural, brolla en la coneguda mina de Puça, per a la irrigació de les zones verdes de la localitat de Petrer, un municipi d'uns 35.000 habitants de la província d'Alacant. Per a això, haurà de dur-se a terme una reutilització i rehabilitació de velles conduccions que arriben a una antiga bassa, que també serà rehabilitada. Des del dit punt començarà l'estudi i modelatge de la xarxa amb la qual es pretén dur a terme aquest objectiu, xarxa que serà modelada i estudiada amb el programa Epanet 2.0.

Així mateix, per a dimensionar la xarxa, s'estudiaran els consums dels diferents punts a què es vol abastir, obtenint la demanda sol·licitada de cada un d'ells, tenint com a referència els volums actualment servits. La xarxa es dimensionarà per poder abastir futurs consums en una ampliació que es durà a terme en una segona fase.

Una vegada dissenyada i dimensionada, amb l'ajuda d'Epanet, la xarxa serà estudiada per a comprovar que no hi ha problemes en el seu funcionament i que esta es comporta de manera normal, sense mostrar anomalies en cap dels estudis a què serà sotmesa. A més, es plantejaran situacions excepcionals d'emergència per a comprovar si la xarxa pot fer front a diferents situacions, com la detracció de cabal per a l'extinció d'un incendi.

Finalment, es realitzarà un anàlisi de l'impacte econòmic i mediambiental que esta infraestructura suposaria per al municipi, ja que l'aigua que es pretén reutilitzar és de propietat municipal i no requereix consum elèctric per a la seua extracció, perquè brolla per gravetat. A més, també suposa un estalvi en els gastos derivats al tractament d'aigua destinada per al consum humà, perquè al tractar-se de reg no necessitaria cap d'estos tractaments, la qual cosa suposa un cost zero per a l'Ajuntament de Petrer.

Paraules clau:

DISSENY MODELATGE XARXA ESTALVI EFICIÈNCIA REG HIDRÀULICA
EMMAGATZEMAMENT DSITRIBUCIÓ ABASTIMENT



ABSTRACT

This end-of-grade project involves the water resource use of the flow which naturally springs from the well-known mine of Puça for the irrigation of the green zones in Petrer, a town with 35,000 inhabitants in Alicante province.

In order to carry this out, an old pond and the old conducts that lead to it will be reused and rehabilitated. From that starting point, the study and modelling of the resulting net will be drawn using Epanet 2.0 programme.

Furthermore, the consumption rate of the different places that are eligible to be supplied will be studied to dimension the net, thus obtaining the demand in each of them. The net will be dimensioned to supply further consumptions in an expansion which will be carried out in a second stage.

Once designed and dimensioned with the help of Epanet, the net will be observed with the aim of checking the lack of possible problems or faults in the studies to which it will be submitted. Apart from that, exceptional and emergency situations will be contemplated so that we can make sure that the net could face such inconveniences.

Finally, an analysis of the economic and environmental impact of this infrastructure in the town will be carried out, due to the fact that the water that is meant to be reused is municipal property. Moreover, it springs spontaneously, which means that no electrical consumption is required for its extraction.

Another important advantage is the zero cost for Petrer Townhall as regards the savings in the expenses derived from the treatment of water for human consumption, as it is irrigation water, and it would not need any treatment.

Keywords:

DESIGN MODELING NET SAVING EFFICIENCY IRRIGATION HYDRAULICS
STORAGE DISTRIBUTION SUPPLYING

ÍNDICE DEL TRABAJO

➤ **MEMORIA**

1. INTRODUCCIÓN
2. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ACTUALES
3. ELABORACIÓN DEL MODELO
4. ANÁLISIS DEL MODELO
5. EXPLOTACIÓN Y PLAN DE EMERGENCIA
6. EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL
7. CONCLUSIONES
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

➤ **ANEXOS**

ANEXO 1. CÁLCULO DEMANDAS BASE

- A) DEMANDA BASE PUNTOS DE CONSUMO

ANEXO 2. CÁLCULO DE NRN

- A) OBTENCIÓN DEL NRN DE CADA NUDO DE CONSUMO
- B) COMPARATIVA DE LOS CONSUMO TEÓRICOS Y REALES

➤ **PRESUPUESTO**

➤ **PLANOS**

PLANO 1. TRAZADO DE LA RED

PLANO 2. ESQUEMA CONEXIONES Balsa

PLANO 3. DETALLE TIPO VÁLVULA DERIVACIÓN, ENTERRADA EN RED DE RIEGO

PLANO 4. DETALLE ZANJA TIPO PARA TUBERÍA DE RED DE RIEGO

PLANO 5. Balsa de Riego



MEMORIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETO DEL TRABAJO	1
1.2	MOTIVACIÓN.....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN	2
1.4	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
1.4.1	Localización	3
1.4.2	Demografía	5
1.4.3	Antiguo sistema de regadío en la Rambla de Puça.....	6
1.4.4	Climatología de la zona.....	7
1.5	ANTECEDENTES	9
2	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ACTUALES	13
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED GENERAL DE ABASTECIMIENTO	13
2.2	DEPÓSITOS	15
3	ELABORACIÓN DEL MODELO DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO.....	17
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO	17
3.1.1	Inventario	17
3.1.2	Esquema básico de funcionamiento.....	19
3.1.3	Descripción del nuevo trazado (desde Bassa dels Regants).....	20
3.1.4	Estudio de los puntos de aprovechamientos	25
3.2	MODELO DEL SISTEMA EN EPANET	31
3.2.1	Construcción del Modelo	31
4	ANÁLISIS DEL MODELO.....	42
4.1	ANÁLISIS PENDIENTES HIDRÁULICAS	42
4.2	CAUDALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS	44
4.3	ANÁLISIS PRESIONES.....	45
4.4	RESPUESTA DE LA RED ANTE UN INCENDIO	52
5	BENEFICIOS DEL APROVECHAMIENTO	56
5.1	ANÁLISIS ECONÓMICO	56
5.2	ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL	57
5.3	OTROS USOS	60
6	EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	63
6.1	REHABILITACIÓN DE LA Balsa E INSTALACIÓN DE ARQUETAS	64
6.2	FUTURAS MEJORAS	64
6.3	AMPLIACIÓN EN UNA 2ª FASE	65
7	CONCLUSIONES	66
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación geográfica en España (Google Maps)	3
Figura 2. Localización espacial de Petrer (Wikipedia, 2016)	4
Figura 3. Situación Territorial de Petrer (GoogleEarth).....	4
Figura 4. Evolución demográfica de la población de Petrer (Concejalía urbanismo Petrer, 2016)	5
Figura 5. Sistema de riego antiguo en la zona de la Rambla de Puça (Comunidad de Regantes, 2015). 6	
Figura 6. Climograma anual del municipio de Petrer (Climate-Data.org)	7
Figura 7. Diagrama anual de temperaturas (Climate-Data.org).....	8
Figura 8. Entrada al Nacimiento de la Mina	9
Figura 9. Trazado de la canalización construida entre La Mina y el Salt.	10
Figura 10. Ejemplo tramo de la primera canalización.	10
Figura 11. Trazado de la canalización entre El Salt y la Bassa dels Regants.....	11
Figura 12. Aspecto actual de la Bassa dels Regants	12
Figura 13. Localización de los puntos de almacenamiento actuales	15
Figura 14. Plano red de agua potable de todo el municipio	16
Figura 15. Agrupación por zonas de los puntos de consumo.....	17
Figura 16. Esquema básico funcionamiento	19
Figura 17. Tramo de la “sequieta”	20
Figura 18. Trazado de la “sequieta”	21
Figura 19. Bifurcación en calle Luís Chorro	22
Figura 20. Bifurcación “Plnada”	23
Figura 21. Trazado de diseño de la red de riego	24
Figura 22. Volumen en m3 de los puntos de Consumo.....	26
Figura 23. Ejemplo de cálculo del parque Nou d’Octubre	27
Figura 24. Red inicial de diseño sobre el plano de Petrer	31
Figura 25. Futuras zonas de consumo	32
Figura 26. Red inicial con sólo tuberías y nudos	34
Figura 27. Obtención de los caudales máximos (l/s) para diseño	35
Figura 28. Introducción de los caudales de cada nudo en l/s.	38
Figura 29. Ejemplo de un Patrón de demanda tipo	40



Figura 30. Carga hidráulica de la red en cada intervalo	41
Figura 31. Presión máxima a las 10:30 h	46
Figura 32. Evolución temporal de la Presión en los nudos 17 y 18	48
Figura 33. Mapa isobárico a las 8:00 h	49
Figura 34. Situación velocidades a las 9:30 am	51
Figura 35. Situación con nudo 2 demandando 33,33 l/s	52
Figura 36. Situación con nudo 7 demandando 33,33 l/s	53
Figura 37. Presiones con nudo 16 cargado con 33,33 l/s	53
Figura 38. Dimensionado nuevo de la red	54
Figura 39. Situación con nudo de la zona 5 cargado	55
Figura 40. Analítica red agua potable.....	57
Figura 41. Analítica Agua recuperada	58
Figura 42. Situación presión mínima para Polideportivo Gedeón e Isaías Guardiola	62
Figura 43. Situación presión mínima zona San Jerónimo.....	62
Figura 44. Ampliación de la red proyectada.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de tuberías en función del diámetro	14
Tabla 2. Características de los depósitos actuales	15
Tabla 3. Cotas de los puntos de consumo	18
Tabla 4. Consumo de cada nudo de demanda en m ³	25
Tabla 5. Superficies reales y tipo de riego de cada punto de consumo	27
Tabla 6. Distribución aproximada del tipo de cultivo de cada punto de consumo	28
Tabla 7. Demanda base de cada punto de consumo	29
Tabla 8. Turnos de riego en cada época del año	30
Tabla 9. Obtención de q (l/s) de los futuros nudos de consumo	33
Tabla 10. Caudal (l/s) modificados de los nudos	33
Tabla 11. Caudal (l/s) modificados en los nudos	33
Tabla 12. Obtención de los diámetros normalizados	36
Tabla 13. Longitudes en m de las conducciones	37
Tabla 14. Asignación de los Patrones de Demanda	39
Tabla 15. Pérdidas unitarias problemáticas	42
Tabla 16. Actualización de diámetros	43
Tabla 17. Pérdidas unitarias reducidas	43
Tabla 18. Tabla de evolución del caudal (l/s) de la Línea 1	44
Tabla 19. Presiones en mca de los nudos a las 9:30 h	45
Tabla 20. Presiones en mca de los nudos a las 10:30 h	46
Tabla 21. P _{max} y P _{min} de cada nudo de consumo	47
Tabla 22. Evolución temporal de la conexión 2	47
Tabla 23. Evolución temporal de la conexión 17	47
Tabla 24. Análisis de velocidades mínimas	50
Tabla 25. Velocidades mínimas con futuras demandas	50
Tabla 26. Análisis velocidades máximas	51
Tabla 27. Condiciones mínimas de los ataques	52
Tabla 28. Diámetros actualizados para respuesta ante incendio	55
Tabla 29. Tablas tarifas Ayto. y particulares	56



Tabla 30. Resumen parámetros agua.....	58
Tabla 31. Control del agua para riego de la Mina	59
Tabla 32. Evolución temporal del Nudo 11	60
Tabla 33. Evolución temporal del nudo 18.....	61
Tabla 34. Distribución de meses en dos épocas del año.....	71
Tabla 35. Obtención del caudal en (m ³ /día).....	72
Tabla 36. Conclusión de resultados de la demanda base	73
Tabla 37. Valores de Kc utilizados en el proyecto	75
Tabla 38. Evapotranspiración de referencia (ET _o) en el mes de Julio de 2015.....	75
Tabla 39. Necesidades de riego de cada jardín para el día de mayor consumo, expresadas en l/día ..	76
Tabla 40. Comparativa resultados reales y teóricos de NRN (l/día).....	80
Tabla 41. Comparativa de los tres grandes puntos de consumo	81



1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto del presente trabajo de fin de grado, es el de diseñar y conocer el funcionamiento de una infraestructura real de abastecimiento de riego, dando traslado a un sistema de modelado matemático, al objeto de poder simular su comportamiento a través de herramientas de análisis computacional, que nos permitan poder tomar decisiones, basadas en los resultados de simulación obtenidos.

No sólo se centrará en este aspecto, sino que se analizará el impacto tanto económico como medioambiental que producirá en la localidad de Petrer y los beneficios que esta nueva infraestructura reportará al municipio.

Para ello se hace necesario en primer lugar, obtener una planimetría lo más fiable posible del sistema de riego actual del municipio, conociendo el tipo de redes, materiales, diámetros nominales, turnos de riego, etc. así como los elementos de captación y almacenamiento de aguas, y su punto de suministro principal a la red.

En una segunda fase, se debe realizar un estudio de los volúmenes suministrados a los distintos puntos de la red y de los consumos originados dentro de la misma, a través de sus nudos, siendo importante saber la cantidad suministrada, así como la forma y curva de suministro a lo largo del tiempo.

Conocida la distribución de la red, y el volumen que se suministra a la misma, se puede iniciar, la fase de construcción de un modelo matemático a través del uso de herramientas informáticas (Epanet 2.0), que permitan analizar el comportamiento global del sistema.

Una vez construido el modelo matemático, que representa a la infraestructura de riego de esta agua natural, se hace necesario validar el mismo, mediante el contraste de los valores obtenidos, con valores tomados del modelo real, observando la viabilidad del modelo, con el objetivo de que los resultados obtenidos del modelo tengan la mayor fiabilidad posible.

Ajustado el modelo, las simulaciones permitirán detectar algunos puntos y zonas en las que la infraestructura proyectada presente algunos problemas. Por tanto, el modelo matemático permitirá ensayar diferentes soluciones para encontrar la solución más eficiente a nuestra infraestructura de riego en funcionamiento normal y ante situaciones excepcionales que se plantean.



1.2 MOTIVACIÓN

La red que será proyectada, forma parte de un ambicioso proyecto de recuperación y sostenibilidad que promueve el excelentísimo Ayuntamiento de Petrer, ya que la nueva formación de gobierno presidida por el *PSOE* y con apoyos de *IU*, *Compromís* y *Sí se puede Petrer* apuesta por proyectos que permitan una mejora cualitativa al municipio desde el ámbito medioambiental y económico. Así pues, este nuevo gobierno ve con buenos ojos la aplicación de este proyecto a muy corto plazo, ya que se quiere alcanzar en una primera fase, los grandes puntos de consumo de la población, pero también diseñar esta red con vistas al futuro, ya que se pretende alcanzar prácticamente el 90% del consumo de riego del municipio con esta red.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto hace hincapié en el tema de la eficiencia hídrica y la optimización de recursos del medio natural. Reportaría grandes beneficios al municipio de Petrer, no solo en el ámbito medioambiental, ya que este nuevo modelo de riego desembocaría en un ahorro económico muy notable, pues esta agua tendría un coste cero comparado con la situación actual de irrigación.

La actual agua de riego del municipio, es la misma agua que abastece a la población, lo que significa que se está regando con un agua tratada que repercute de forma negativa en las distintas plantaciones del municipio. Además, actualmente, el agua que brota del acuífero se está derrochando rambla abajo de forma constante sin ninguna zona habilitada para su recogida y almacenamiento. Por otro lado, un sistema de riego independiente que regara las zonas verdes con agua mineral natural es la solución más ecológica para las plantaciones del municipio. Por tanto, son claras las justificaciones que tiene esta red proyectada: tanto el aspecto medioambiental, como el económico, muestran razones de peso por las que apostar por este proyecto.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.4.1 Localización

Estamos situados en la población de Petrer, un municipio de la provincia de Alicante. Petrer se encuentra ubicado en la cuenca media del Vinalopó, río que discurre por la zona oeste de su término municipal. Se encuentra a una cota de 400m sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 104,2 km² y 34.586 habitantes.

El relieve de Petrel, eminentemente montañoso, está constituido por un pasillo estrecho existente entre las tierras bajas de Elche y la meseta de Villena, situado al fondo de una cubeta entre importantes altos montañosos, destacando las sierras del Cid, del Caballo y el Maigmó.



Figura 1. Situación geográfica en España (Google Maps)

El término municipal se compone de varios valles y cumbres montañosas. Al norte, se encuentran los valles de *Les Pedreres*, donde se encuentra el *Arenal de l'Almorxó*, una duna de gran importancia ecológica y también las zonas de *l'Alt de Peret*, *Caprala* y *l'Avaiol*. En la zona central, se encuentran los valles de *l'Almadrava* y *Puça*, cerca de *la Silla del Cid*, que es la cumbre más alta del municipio. Al este, se sitúa la *Sierra del Frare*, los *Rasos de Catí*, *la Foradà* y los valles de *Palomaret*, *Administració* y *Cançò* y al oeste, *l'Almafrà*, *Salinetes* y el casco urbano.

El suelo de la zona montañoso del municipio se puede calificar dentro de la denominación genérica de pardo-calizo alternando con horizontes de costra caliza; pobres en materia orgánica, y de profundidad, porosidad y consistencia escasas.



Figura 2. Localización espacial de Petrer (Wikipedia, 2016)



Figura 3. Situación Territorial de Petrer (GoogleEarth)

Petrer se encuentra a unos 35 km del mar y en una zona montañosa, hecho que ha permitido que se hayan producido numerosos asentamientos árabes por su posición estratégica y su riqueza acuifera en distintas zonas del municipio. Todo ello ha repercutido en numerosas construcciones hidráulicas a lo largo del tiempo como el Acueducto de San Rafael, el Canal del Cid, etc.

1.4.2 Demografía

En la *Figura 4*, se observa que el municipio de Petrer ha estado en un constante incremento de población durante muchos años hasta llegar al año 2010, año en el que se ha estabilizado en torno a los 34.000 habitantes.

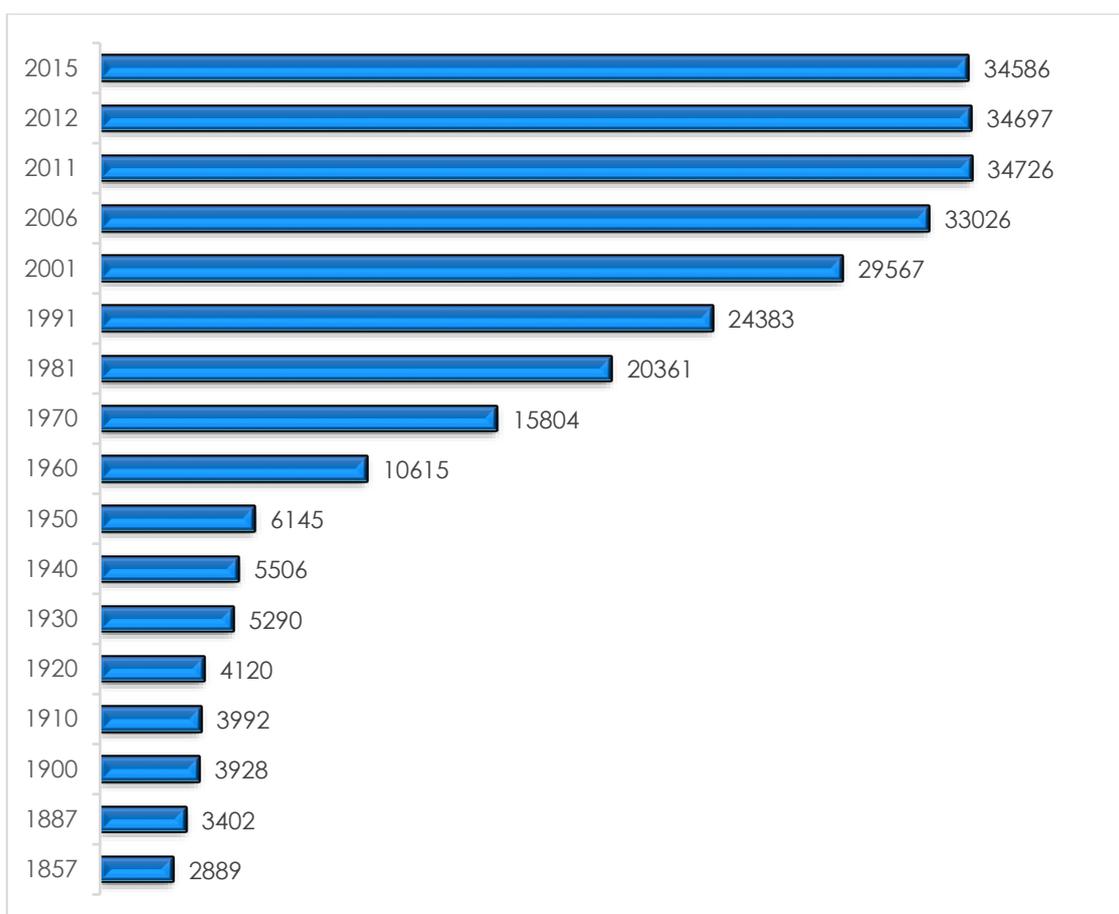


Figura 4. Evolución demográfica de la población de Petrer (Concejalía urbanismo Petrer, 2016)

Este hecho, afecta de manera muy importante al desarrollo económico y social de la población, que debe de estar acorde a los incrementos de población que van teniendo lugar. Tener un conocimiento lo más certero posible de la evolución y crecimiento de una población es de gran importancia para conocer las necesidades de producción de agua y de regulación del abastecimiento. Respecto al gráfico anterior, se puede observar que a lo largo de los últimos años, el crecimiento es cada vez menor; incluso se observa en los dos últimos años en que se han recogido datos, que la población disminuye ligeramente y es por ello que la previsión de crecimiento de esta población no parece que vaya a ser importante en los próximos años. Luego todo aquello que se proyecte, estará acorde con la población en años venideros.

1.4.3 Antiguo sistema de regadío en la Rambla de Puça

En este apartado se muestra el sistema de riego que se utilizaba anteriormente para abastecer los cultivos privados de la asociación de regantes del municipio y alcanzar también a las zonas verdes que había por aquel entonces en la población.

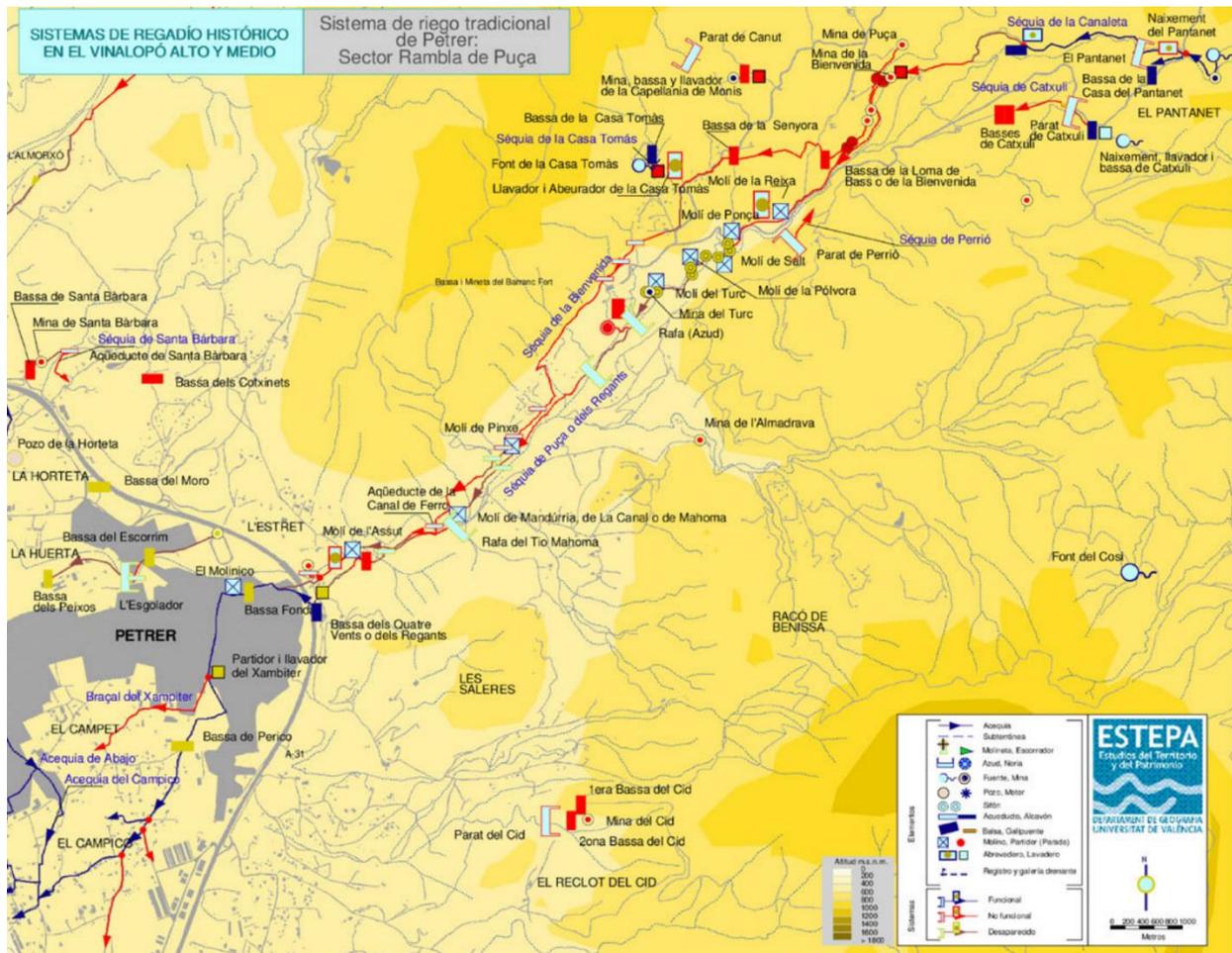


Figura 5. Sistema de riego antiguo en la zona de la Rambla de Puça (Comunidad de Regantes, 2015)

Como se detallará posteriormente, este proyecto, pretende aprovechar el caudal de la Mina de Puça, reutilizando parte de la infraestructura ya construida (líneas trazadas en rojo en Figura 5), que han utilizado estos regantes particulares durante más de 30 años, aprovechando un caudal que no ha dejado de brotar desde hace cuatro décadas.

1.4.4 Climatología de la zona

El clima, siendo mediterráneo, se caracteriza por la escasez e irregularidad de las lluvias, y unas temperaturas agradables, con una media térmica entre 16º y 18 ºC; con inviernos cortos y poco fríos y una estación estival larga.

Como se puede observar en la *Figura 6*, el municipio de Petrer, presenta las menores precipitaciones en los meses de verano, mientras que en otoño las precipitaciones aumentan considerablemente. Así pues, esto afectará a los turnos y horas de riego que presentarán las zonas verdes del municipio a lo largo del año.

CLIMOGRAMA

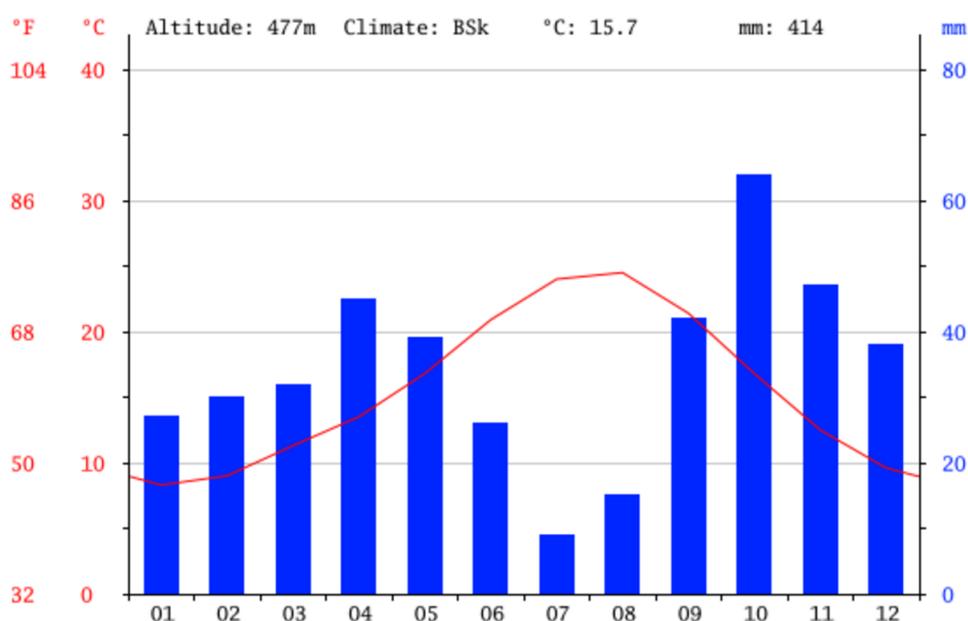


Figura 6. Climograma anual del municipio de Petrer (Climate-Data.org)

Se observa que el mes más seco es julio, con 9mm, mientras que el que más precipitaciones tiene al año es octubre con 64 mm. Esto nos ayudará posteriormente a determinar parámetros básicos para los consumos de cada zona y para realizar cálculos y tomar decisiones acerca de la distribución del sistema de riego en situaciones de máxima demanda.

DIAGRAMA DE TEMPERATURAS

En la siguiente figura se observa que el mes más caluroso del año es agosto con una media de 24,5 °C, mientras que el más frío es enero con 8,3 °C de media. De nuevo, este hecho repercutirá de forma considerable en la distribución y turnos de riego de la infraestructura proyectada, pues la temperatura es un parámetro muy determinante a la hora de conservar en buenas condiciones los puntos verdes de la población.

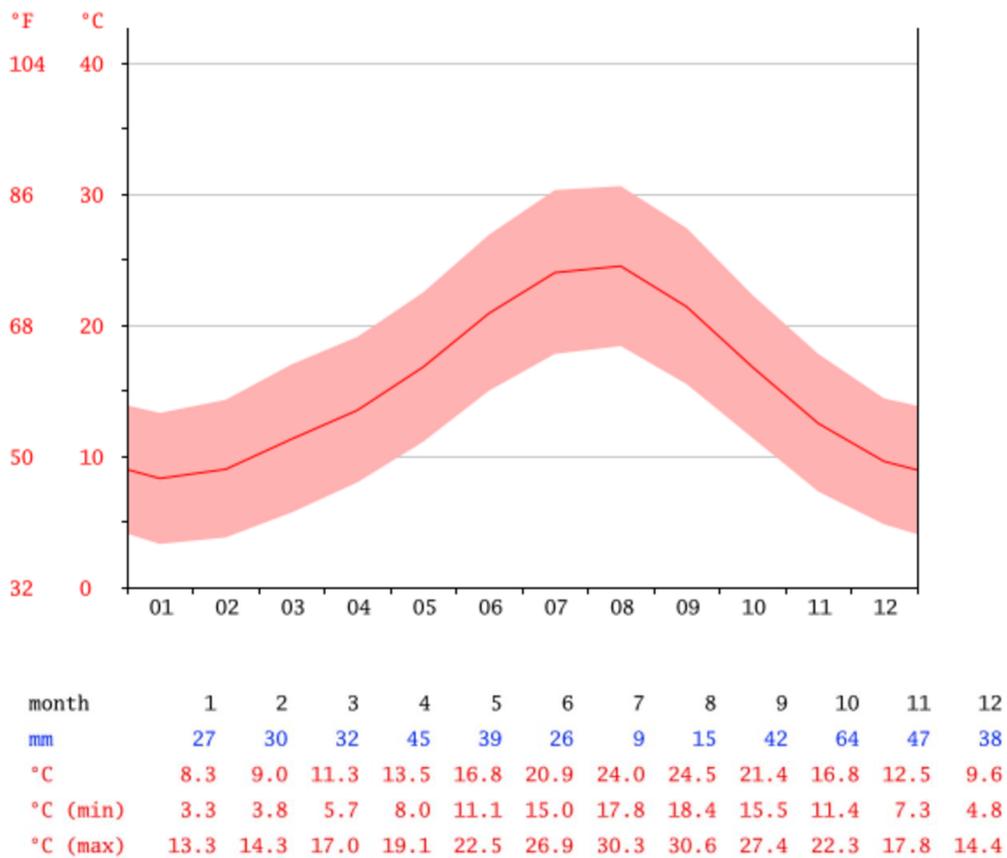


Figura 7. Diagrama anual de temperaturas (Climate-Data.org)

1.5 ANTECEDENTES

Este proyecto, se centra en la zona conocida como *La Mina*, situada en la zona de Puça, al noroeste del núcleo de la población, donde se encuentra un manantial que brota de forma natural e ininterrumpida desde hace años. El proyecto propone una red de riego independiente al actual sistema de riego que proporciona AMAEM para uso en riego municipal de parques y jardines del exc. Ayuntamiento de Petrer.

La interacción de todos los factores morfológicos y climatológicos expuestos en los apartados previos, harían pensar que el manantial que suministra el agua debería poseer un escaso caudal de régimen irregular. Sin embargo, diversos proyectos y mediciones realizadas han llegado a observar un caudal de unos 25 l/s en épocas más húmedas del año; caudal que ha ido manteniéndose a lo largo del tiempo de forma regular, aportando cantidades asombrosas de agua. Por tanto, aprovechar este caudal ayudaría en gran medida a suplir las necesidades hídricas de la población de Petrer.



Figura 8. Entrada al Nacimiento de la Mina

En torno a este manantial, se han realizado diversos proyectos encaminados a llevar a cabo una idea similar a la propuesta, pero que con el tiempo no han dado los resultados adecuados para el uso como una red de riego que pudiera hacer frente a la demanda de las zonas verdes.

En 1989 se realizaron dos proyectos con el objetivo de transportar (aprovechar) el agua que estaba brotando de este manantial. El primero de ellos, hizo posible el transporte del caudal desde el mismo punto de salida del manantial *la Mina* hasta una arqueta situada en un punto llamado *el Salt* (situado 33 metros por debajo) mediante una tubería de PVC ($\phi 250$ mm) con una longitud de 1.551 metros, la cual fue enterrada en una zanja de 1 m de profundidad y 0,5 m de anchura.

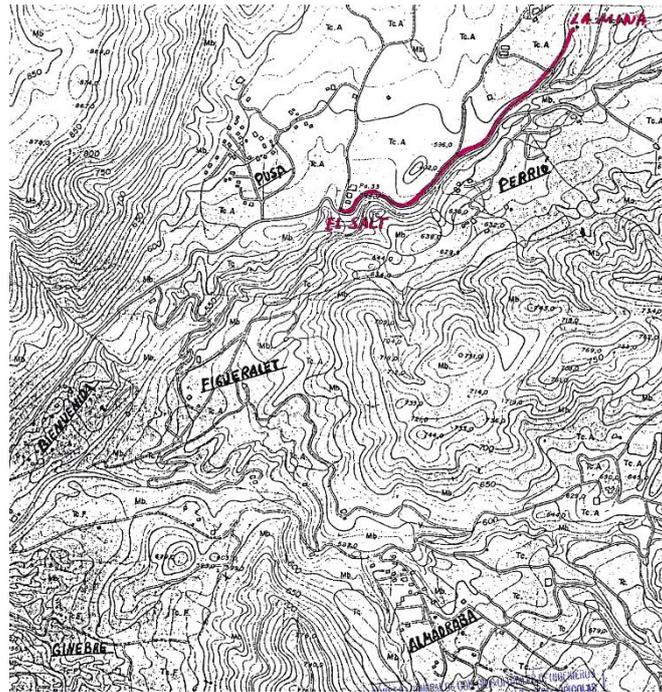


Figura 9. Trazado de la canalización construida entre La Mina y el Salt.



Figura 10. Ejemplo tramo de la primera canalización.

En un segundo proyecto realizado ese mismo año, se cubrió la distancia entre el punto *del Salt* y los depósitos reguladores (balsa de riego) utilizando una conducción de PVC ($\phi 200$ mm) con una longitud de 4.100 metros; siguiendo la traza de la carretera de Catí, un itinerario totalmente seguro y con buen funcionamiento hidráulico.

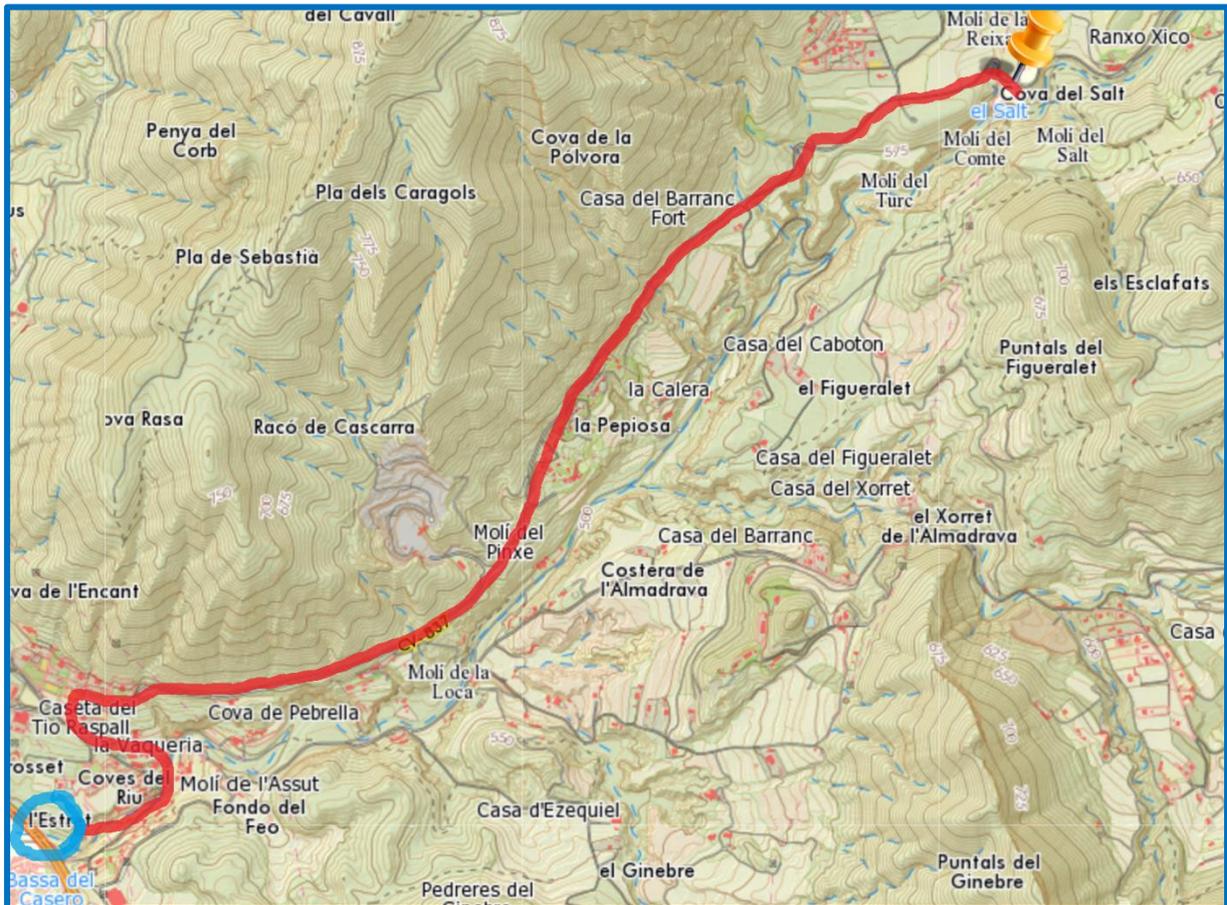


Figura 11. Trazado de la canalización entre El Salt y la Bassa dels Regants

Por otro lado, hasta el punto que hemos denominado como *el Salt*, también llegaría una conducción propiedad de los regantes con un diámetro de 300 mm que transporta el agua desde el *Pou de l'Esquinal*. Luego éste sería otro caudal que podríamos aportar a nuestra balsa en caso de que hubiera una demanda mayor que la que el manantial pudiera afrontar, ya que el ayuntamiento de Petrer, tiene unos derechos con los que podría solicitar hasta 4.000 m³ al día en caso de situación de emergencia y sin previa solicitud. Así pues, estas conducciones podrán abastecer nuestra balsa de riego, que será rehabilitada y servirá de punto de almacenamiento y regulación de esta agua natural.

Desde dicha balsa, empieza una antigua acequia que será reutilizada para dar servicio al municipio. En la actualidad, la mayor parte de la conducción no está funcional debido al abandono de los terrenos de cultivo vinculados al sistema y al consiguiente deterioro de las instalaciones. En su último periodo de funcionamiento el *Pou de l'Esquinal*, comentado anteriormente, ha sido el encargado de suministrar a la acequia el caudal necesario para regar algunas partidas de la localidad, almacenando el recurso hídrico en la Bassa dels Regants, situada en la zona oriental de Petrer.

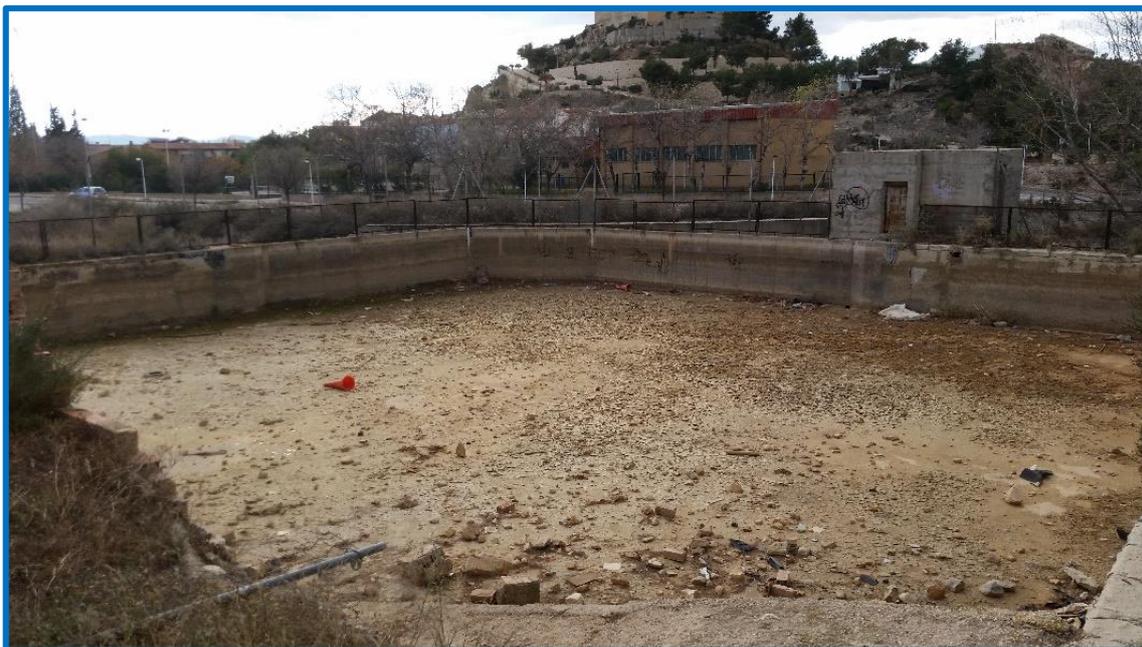


Figura 12. Aspecto actual de la Bassa dels Regants

Así pues, el 6 de noviembre de 2009, debido a los problemas que generaba la acequia en su paso por la población, se firmó un acuerdo con el exc. Ayuntamiento de Petrer en el que la comunidad de regantes cedía a éste la titularidad de la conducción que atraviesa el núcleo urbano, desde la balsa de riego hasta la conexión de entronques situados en la Avd. Bassa Perico; así como la balsa de riego. Todo ello, a cambio de que el Ayto. suministre la cantidad de 2500 m³ anuales de agua para riego, previa solicitud de la sociedad, siendo abastecidos desde la paleta de vaciado situada en la salida del estanque del Parque 9 d'Octubre. Actualmente, esta salida está conectada a la acequia de regantes, que inicia su recorrido a lo largo de la avenida Bassa Perico.

Una vez la conducción pasó a disposición del Ayto. de Petrer, éste realizó un estudio para plasmar el trazado de esta antigua acequia y poder detectar los posibles problemas e irregularidades que presenta. Este trabajo fue complicado debido a las obras realizadas en la población a lo largo del tiempo, que han variado y ocultado el trazado original, pero una vez realizado el estudio, muestra unos resultados esperanzadores para el proyecto de la red de irrigación que se plantea.

2 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ACTUALES

En los siguientes apartados, se considera que el abastecimiento de agua potable, es el mismo que actualmente suministra el caudal a las zonas verdes, pues actualmente no hay en el municipio una infraestructura de riego independiente a la de agua potable.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED GENERAL DE ABASTECIMIENTO

El abastecimiento de agua potable a la población del Término Municipal de Petrer se caracteriza por estar dividido en dos zonas diferentes.

- Zona Oeste, representa aproximadamente el 60% de los abonados y el servicio lo presta Aguas Municipalizadas de Alicante. Se caracteriza por ser la zona con cotas inferiores a las de las conducciones generales, propiedad de la Empresa antes mencionada. Dicha función la desempeña la Entidad citada desde su fecha de constitución.
- Zona Este, con el 40% restante de los abonados, era atendida directamente por el Excmo. Ayuntamiento de Petrer hasta el 1 de Enero de 1.993, en que se traspasó la gestión a Aguas Municipalizadas de Alicante E.M., con lo que en la actualidad es esta Entidad la encargada del abastecimiento a todo el Municipio.

Aguas Municipalizadas de Alicante, E.M., es, por tanto, concesionaria del servicio público de abastecimiento de agua potable al término Municipal de Petrer; la misma agua con la que se llega a los distintos parques y zonas verdes de Petrer, es decir a los puntos de riego del municipio. El agua con que se suministra a Petrer es de origen subterráneo procedente de la cuenca Alta del río Vinalopó mediante sondeos propiedad de la Empresa y contratos privados con proveedores de la zona.

Por el Término Municipal de Petrer, pasan dos conducciones generales, el Canal del Cid y la tubería de ϕ 900 mm, tipo Rocla, de hormigón armado, propiedad de Aguas Municipalizadas de Alicante. Desde estas conducciones se procede mediante tomas directas con contador general, a dar servicio a las distintas zonas abastecidas. Las más importantes son:

- Ciudad	- Salinetes
- Barrio San Rafael	- Ayuntamiento de Petrer
- Santa Bárbara	- Polígono Pedreres
- Partida Almafrá	- Varias zonas diseminadas
- Urbanización Loma Badá	

Además de las tomas aquí indicadas, existen, a lo largo del recorrido de las conducciones generales, gran número de acometidas individuales que permiten prestar el servicio en diseminados rurales.

La red de distribución propiamente dicha está formada por unos 169 Km lineales de tuberías, de los que el 44,5% es fundición, el 43,2% es fibrocemento y el 8,1% de polietileno, siendo el resto de materiales poco significativos.

Por diámetros la distribución es la siguiente:

Tabla 1. Porcentaje de tuberías en función del diámetro

Diámetros (mm)	% del total
≤ 50	14,0%
60	9,8%
63 y 70	3,8%
75 y 80	5,6%
90 y 100	30,1%
>100 y ≤150	14,6%
>150 y ≤200	14,7%
250	5,4%
>300	2,1%

El material que se emplea en las nuevas canalizaciones es fundamentalmente la fundición dúctil y, ello es así, por el mejor comportamiento de este material ante movimientos del terreno, sobrecargas exteriores, sobrepresiones, etc.

Las válvulas de maniobra son de tipo compuerta hasta diámetros de 200 mm y mariposa para diámetros superiores.

Se observa, que en una red de este tipo es necesario maniobrar periódicamente ciertas válvulas de sus arterias principales con la finalidad de evitar la variación de presiones en algunas zonas de suministro, las cuales tienen lugar por la variación del consumo, reduciendo de esta forma el número de averías y las pérdidas consiguientes.

2.2 DEPÓSITOS

Dada la topografía del terreno en el que se asienta el abastecimiento descrito, se hace necesario disponer de cuatro depósitos que permitan realizar el suministro en condiciones adecuadas de caudal y presión.

Tabla 2. Características de los depósitos actuales

Denominación	Capacidad m ³	Cota m.s.n.m.
4 Vientos	1.000	505
4 Vientos nuevo	3.100	505
Aiguarrius	5.000	464
Loma Badá Distribuidor	1.600	522

El control de los niveles de los depósitos aquí descritos, así como la instalación auxiliar de cloración y el contenido en cloro del agua almacenada, accionamiento de válvulas de entrada y salida y puesta en marcha de bombas, se gobierna desde las oficinas centrales de la Empresa por medio del sistema de telecontrol.



Figura 13. Localización de los puntos de almacenamiento actuales



Figura 14. Plano red de agua potable de todo el municipio

Con toda esta infraestructura que abastece a las diferentes acometidas particulares de todo el municipio de Petrer, es con la misma con la que se está llegando a las distintas zonas verdes del municipio. Gestión que choca ideológicamente con las redes que encontramos en las distintas poblaciones con cierta envergadura, pues éstas tienen redes independientes para abastecimiento y para riego. En consecuencia, este proyecto pretende modernizar el sistema de riego y situarse al mismo nivel que otros municipios, reportando para el municipio tanto beneficios económicos como medioambientales que serán justificados en puntos siguientes.

3 ELABORACIÓN DEL MODELO DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO

Una vez observada la situación actual del riego en el municipio, este proyecto propone una modelización de una nueva infraestructura de riego que permita recuperar el agua que brota de manera natural del acuífero con un caudal bondadoso, el cual se ha demostrado en numerosos estudios y análisis realizados, que es capaz de cubrir las necesidades hídricas de los distintos puntos verdes de la población de Petrer. Actualmente se encuentra brotando con un caudal de 5 l/s, pero en el caso de que hubiera épocas de sequía temporales, el antiguo sistema descrito anteriormente (sistema actual), podría suplir las necesidades de los puntos verdes de la localidad sin ningún problema.

Por ello, en este apartado se plantearán los elementos necesarios para llevar a cabo el diseño de la red, así como un estudio minucioso de cada punto de consumo al que se pretende llegar y cómo se alcanzarán dichos puntos.

3.1.1 Inventario

Para afrontar el estudio de forma más clara y concisa, se ha optado por dividir los distintos puntos de consumo en 6 zonas que agrupan a estos según su situación geográfica, quedando la imagen mostrada en el siguiente plano:



Figura 15. Agrupación por zonas de los puntos de consumo

Estas seis zonas reúnen a los puntos de consumo a los que se pretende abastecer en esta primera fase del proyecto. Por tanto, se han alcanzado las zonas con mayores consumos y que requieren un menor trabajo y coste para abastecerlas, existiendo gran cantidad de tramos en los que no sería necesario cortar el tráfico, ya que la red circula por muchos tramos sin asfaltar, más fáciles de trabajar.

Como se ha comentado anteriormente, Petrer se encuentra inmerso en un valle rodeado por numerosas estribaciones, lo que hace que el funcionamiento hidráulico sea óptimo para el desarrollo de esta red. La división en las distintas zonas, es de acuerdo a rangos de cota similares y situaciones geográficas donde llegarán los principales ramales de la red proyectada que plantea este documento. Prueba de ello, es la siguiente tabla, en la que se muestran los diferentes nudos de consumo de las zonas verdes con sus respectivas cotas (altura).

Tabla 3. Cotas de los puntos de consumo

Puntos de consumo	Cota (m)
Plaça Baix	461,1
Plaça Derrocat	455,0
Pablo Iglesias	452,9
Explanada	453,3
Nou d'Octubre	443,0
Paseo Bassa Perico	440,0
Plaza San Crispin	445,0
Plaza España	444,0
Jardines Polideportivo	437,0
Parque Hipólito	438,0
Parque Rojo	440,0
Pinada	442,0
Paseo la Canal (rambla)	420,0
Cementerio	434,0
Avenida Infanta Cristina	429,0
San Jerónimo	423,3
El Campet	428,0
Jardín Jaime I	432,0
Chimeneas	425,0

Sabiendo que la Balsa está situada a una cota de 486 m, estos puntos tendrán previsiblemente una presión adecuada en los nudos que hará posible que el caudal llegue a su destino fijado. El escenario planteado se augura como idóneo para el objetivo de este proyecto

Para llevar a cabo la puesta en marcha de la red, el sistema estará compuesto de los siguientes elementos observables en el *Plano número 1*:

- 673,48 m de tubería de polietileno de DN ϕ 200
- 1067,69 m de tubería de polietileno de DN ϕ 160
- 488,93 m de tubería de polietileno de DN ϕ 140
- 464,04 m de tubería de polietileno de DN ϕ 125
- 1477,85 m de tubería de polietileno de DN ϕ 110
- 220,54 m de tubería de polietileno de DN ϕ 90
- 192,65 m de tubería de polietileno de DN ϕ 75
- 1193,36 m de tubería de polietileno de DN ϕ 63
- Una balsa de riego de 1000 m³ de capacidad, que sirva como punto regulador de la distribución del agua de riego.
- Válvula de flotador en la entrada de la conducción que llega al depósito.
- Válvula reguladora en la salida de la balsa, para distribuir el caudal necesario en cada instante.
- Válvula de compuerta en la conducción de descarga a la rambla.

3.1.2 Esquema básico de funcionamiento

En la *Figura 16*, se muestra el esquema básico que se plantea en el proyecto, desde la recuperación y captación del agua del acuífero, hasta la llegada a los distintos puntos de consumo.

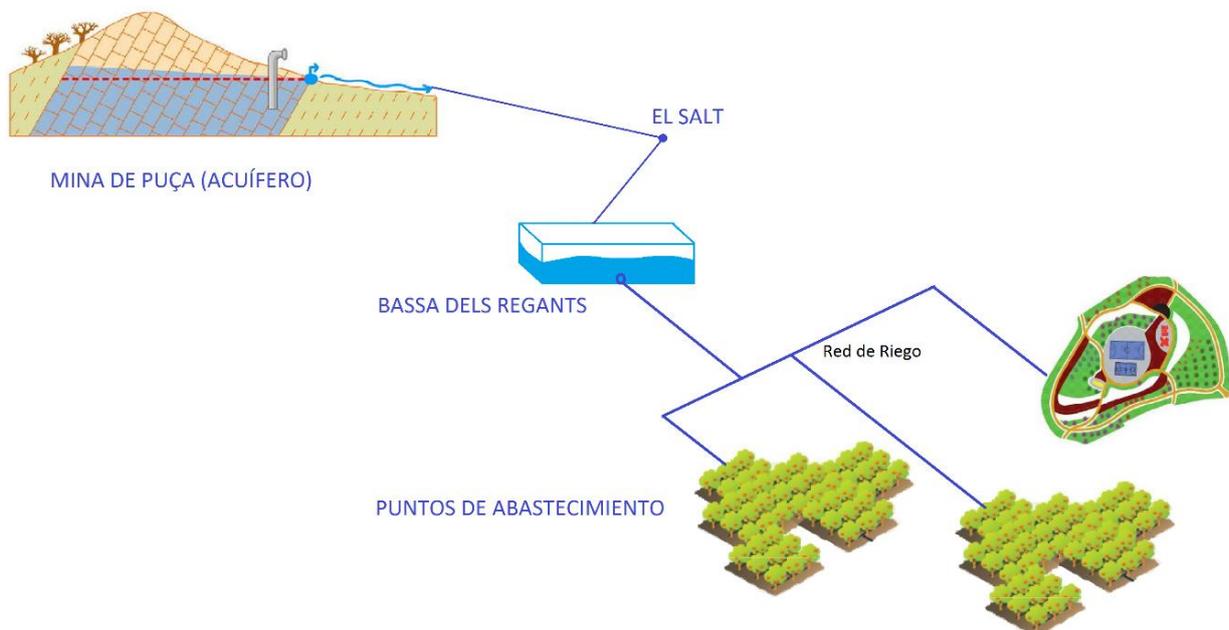


Figura 16. Esquema básico funcionamiento

El sistema planteado esquemáticamente, inicia su recorrido en el punto de salida del caudal del acuífero, donde este caudal es dirigido mediante las conducciones descritas en antecedentes. Así pues, desde *la Mina* empieza una conducción de PVC ($\phi 250$ mm), la cual conduciría el agua desde su punto de nacimiento hasta el punto que se ha denominado como *el Salt*. Seguidamente, en este punto del *Salt*, esta tubería conectaría con otra conducción de PVC ($\phi 200$), mediante una válvula de compuerta, que haría llegar el agua hasta un punto cercano donde se encuentra la balsa. Desde este punto, se conectaría mediante una tubería con la balsa y una vez llegados al punto de almacenamiento, se iniciaría la red objeto de este proyecto, para cubrir las distintas zonas verdes del municipio.

3.1.3 Descripción del nuevo trazado (desde Bassa dels Regants)

La propuesta del trazado de la red, intenta minimizar los costes, ya que en su diseño se estudió el terreno por el que podría transcurrir el entramado de tuberías, observándose canalizaciones antiguas que podrían volver a ser operativas y zanjas que podrían ser aprovechables. Hasta el momento, esta infraestructura no ha necesitado de ninguna obra civil ni modificación pronunciada, salvo la conexión del final de la canalización con la *Bassa dels Regants*.

Desde este punto de la balsa, se ha realizado un profundo estudio y análisis de las calles del municipio de Petrer, para determinar por dónde podría transcurrir la red proyectada. Fruto de ello, la propuesta más óptima del trazado es la siguiente (*consultar Plano número 1*):

Primeramente, desde la balsa de almacenamiento, nace la conocida conducción de *la sequieta*, comentada anteriormente. Ésta no es más que una antigua canalización que utilizaban los regantes para alcanzar los huertos situados bajo de la zona de la *Bassa Perico*. Por tanto, se pretende, reutilizar esta vieja canalización, introduciendo tramos de tubo de polietileno por dentro de la actual conducción de 250 mm para abastecer la zona de consumo 1 y 2 hasta el punto de *Bassa Perico*, abriendo arquetas cuando fuese necesario para llevar a cabo esta operación (*detallado en el Presupuesto*).



Figura 17. Tramo de la "sequieta"

Esta canalización inicia su recorrido en la balsa dirección norte, hacia la *Rambla de Puça*, bajando dirección oeste por el lateral derecho del camino que baja a la rambla. A la altura del viaducto cruza el camino y pasa perpendicular a la autovía junto a los pilares de ésta, llegando hasta los jardines de la fachada norte del municipio.



Figura 18. Trazado de la “sequieta”

La canalización cruza estos jardines en dirección oeste y continúa en línea recta girando 90º a la derecha (dirección norte) y pasando por debajo de la pista deportiva llegando a la C/ la Fuente. Una vez allí gira dirección sur hacia Iglesia de San Bartolomé y al llegar a la C/ Julio Tortosa realiza un giro dirección oeste cruzando la Plaza de Baix por un lateral y llegando en línea recta por la C/ Constitución hasta el cruce con la C/ Luís Chorro, mostrado en la *Figura 19*.

El trazado continúa a lo largo de la C/ Luís Chorro hasta que se encuentra con la C/ Gabriel Payá, donde realiza un tramo en diagonal y pasa por debajo de los edificios de la C/ José Perseguer, llegando hasta la C/ Paseo de la Explanada. Una vez allí, discurre por la orilla derecha de la calzada, manteniendo la trayectoria junto al antiguo colegio Primo de Rivera a lo largo de todo el muro hasta que se encuentra con el comienzo del parque *Nou d' Octubre*. Desde este punto recorre el parque de norte a sur por la parte interior del linde de este. Al finalizar el parque, sigue en línea recta hasta el centro de la calzada en la C/ Dámaso Navarro, donde gira 90º grados a la derecha y corre calle abajo por la acera de la izquierda. Confluye en la calzada por la cara sur de la rotonda del parque con la línea que sale del estanque de este. Desde ese punto existe una bifurcación, donde un ramal se dirige hacia el estanque del parque y el otro sigue a lo largo de la Avd. Bassa Perico buscando el *Camí dels Platans*.



Figura 19. Bifurcación en calle Luís Chorro

Para abastecer la zona de consumo número 3, se seguirá el trazado del *Canal del Cid*, una canalización que cruza en diagonal la población uniendo los puntos de consumo de la Plaza San Crispín con la Plaza de España. Desde la acometida de la Plaza San Crispín, saldrá una nueva conducción en dirección sur por la calle Doctor Marañón hasta el cruce con la C/Unamuno, donde se encuentra el contador del punto de consumo *Parque Rojo*.

La conducción seguirá el recorrido por la C/ Unamuno hasta encontrarse con la C/ Gabriel Miró, donde realizará un giro a la izquierda de 90º para llegar a la acometida del parque Hipólito Navarro. Una vez superada dicha acometida, el trazado sigue en línea recta por la C/ Gabriel Miró, hasta cruzarse con la C/ Ortega y Gasset, donde realizará una bifurcación a derecha e izquierda para alcanzar las dos zonas de riego que tiene el Polideportivo.

Volviendo al cruce de la C/ Luís Chorro con la C/ Constitución, desde dicha bifurcación saldría una nueva conducción siguiendo el margen de la C/ Constitución, alcanzando la acometida llegando en línea recta hasta la zona de consumo número 4 (*Figura 19*), donde se encuentra uno de los nudos más importantes como es *la Pinada*. Una vez alcanzado este punto, se llegará a las zonas de consumo 5 y 6, con una conducción que inicia el recorrido en la esquina mostrada en la *Figura 19*, y siguiendo el margen derecho de la C/ Nord, hasta encontrarse con la zona de juegos situada al lado del Club De Petanca Petrer. Desde ahí continuará el trazado siguiendo el mismo que el carril bici, hasta alcanzar el cruce de la C/ Biscaia con la Avd. Felipe V, donde tendremos un ramal que se bifurca en busca del punto de consumo del cementerio, situado al lado de la C/ Actor Jesús Tordesillas.

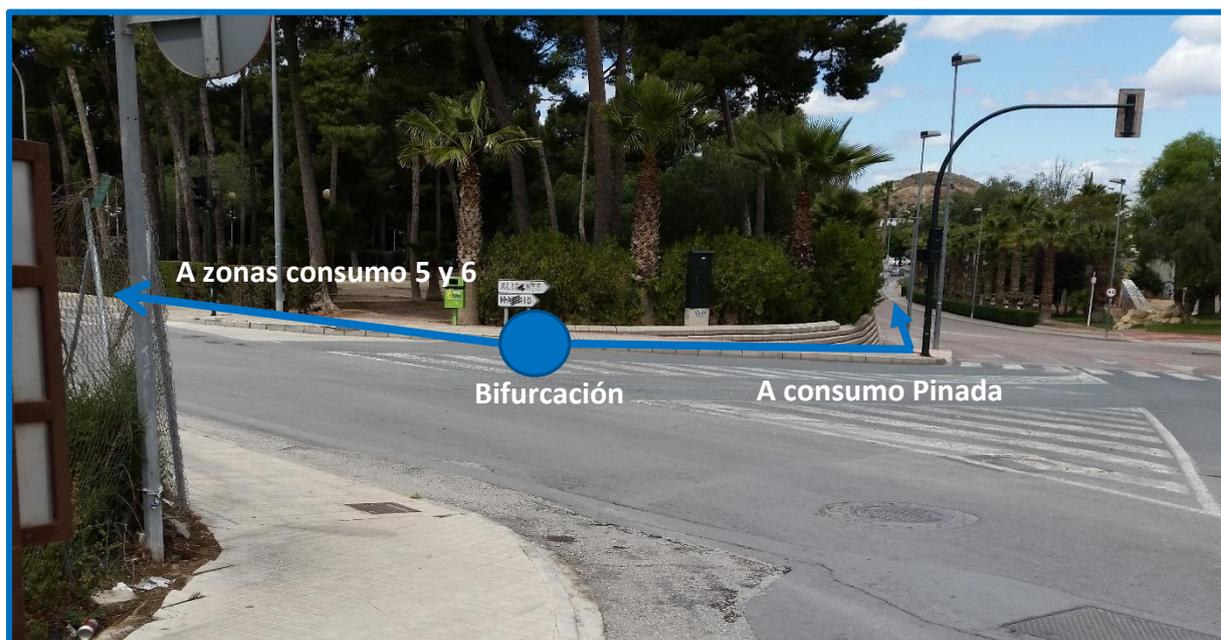


Figura 20. Bifurcación "Pinada"

Situados de nuevo en la bifurcación anterior, una nueva rama irá por el margen izquierdo de la C/Biscaia en dirección oeste, hasta llegar al cruce con la C/ Villafranqueza. Desde este punto continuará una nueva tubería por la C/ Biscaia para abastecer los puntos de consumo del Parque de las Infantas y San Jerónimo. También se bifurcará una tubería en la Avd. Infanta Cristina y seguirá el trazado del carril bici que circula por Alfonso X el Sabio, abasteciendo los diferentes goteos que hay a lo largo de esta avenida hasta alcanzar la pasarela de Alfonso X el Sabio.

Por último, para alcanzar la zona de consumo número 6, se trazará una línea recta a lo largo de la C/Villafranqueza desde la bifurcación que hay debajo del colegio Reyes Católicos, hasta alcanzar la cara norte del parque *del Campet*. Desde dicho punto, habrá una nueva bifurcación hacia el punto de consumo del *Jardín Jaime I*, siguiendo la C/ Príncipe de Asturias y realizando un giro de 90º por la C/Jaume I hasta llegar a la acometida del jardín. Desde la bifurcación descrita, saldrá una tubería en dirección oeste por la C/ Príncipe de Asturias, que se dividirá en dos al llegar al cruce con la C/ Oscar Esplà para alcanzar los puntos de consumo *del Campet* y *las Chimeneas*.

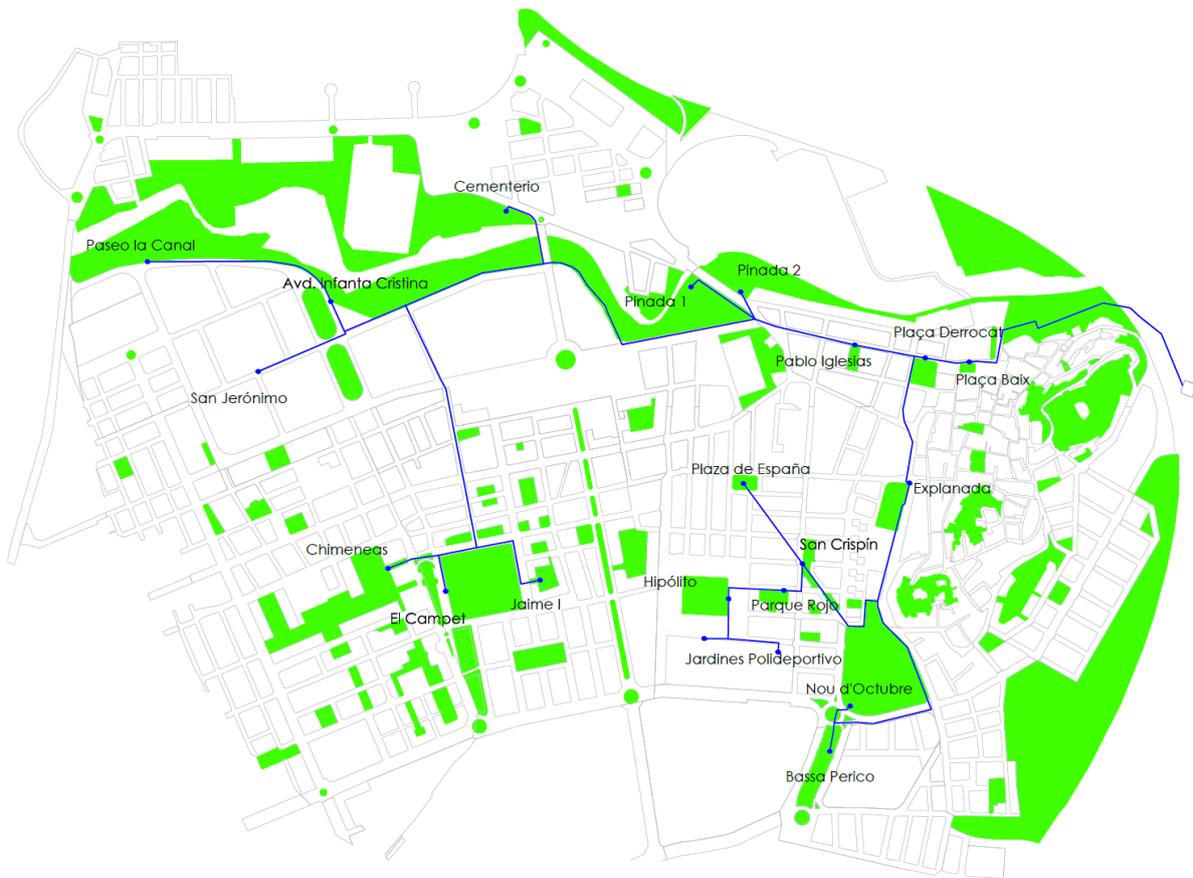


Figura 21. Trazado de diseño de la red de riego

Una vez descrito este recorrido, se empezará a describir en profundidad las distintas zonas y puntos de consumo que se pretende abastecer con esta red de riego, para luego modelizarla, utilizando el software Epanet 2.0, que estudiará la viabilidad de la red, mostrando los posibles problemas que puedan surgir a lo largo de la red, ya sean presiones negativas, velocidades del agua inadecuadas, etc.

3.1.4 Estudio de los puntos de aprovechamientos

Determinación de las necesidades hídricas de cada punto de consumo

Los consumos de agua para un sistema de distribución de riego, juegan un papel fundamental a la hora de determinar el comportamiento del sistema. Es por ello que se ha realizado un estudio de consumos y demandas de la población en base a los datos facilitados por la empresa concesionaria del abastecimiento (AMAEM) y el Ayto. de Petrer para la situación actual, y a partir de estos datos se ha podido estimar el rendimiento hidráulico y las necesidades hídricas de la red de riego.

En los datos de consumos y lecturas que fueron obtenidos, se han tenido en cuenta los periodos comprendidos entre 2012 y 2014, obteniendo así los valores medios de estos tres años de consumo para estudiar las distintas zonas. Para poder realizar el dimensionamiento de la red, se ha investigado y buscado los datos de consumo de los contadores de las distintas zonas verdes del municipio, obteniendo los datos siguientes:

Tabla 4. Consumo de cada nudo de demanda en m3

PUNTOS		Volumen (m3/año)
ZONA 1	Plaça Baix	25
	Plaça Derrocat	632
	Pablo Iglesias	55
	Explanada	1.250
ZONA 2	Nou d'Octubre	11.695
	Paseo Bassa Perico	4.544
ZONA 3	Plaza San Crispin	203
	Plaza España	482
	Jardines Polideportivo	4.232
	Parque Hipólito	1.453
ZONA 4	Parque Rojo	598
	Pinada	10.012
ZONA 5	Paseo la Canal (rambla)	1.472
	Cementerio	302
	Avenida Infanta Cristina	3.343
	San Jerónimo	70
ZONA 6	El Campet	8.800
	Chimeneas	3.847
	Jardín Jaime I	823

Se observa que hay grandes puntos de consumo, con una demanda bastante notable, como puedan ser el parque *Nou d'Octubre*, *el Campet* o *la Pinada*, con consumos superiores a los 8.000 m3.

En la *Figura 22*, se puede observar las grandes diferencias que existen en los volúmenes demandados entre los distintos puntos de consumo.

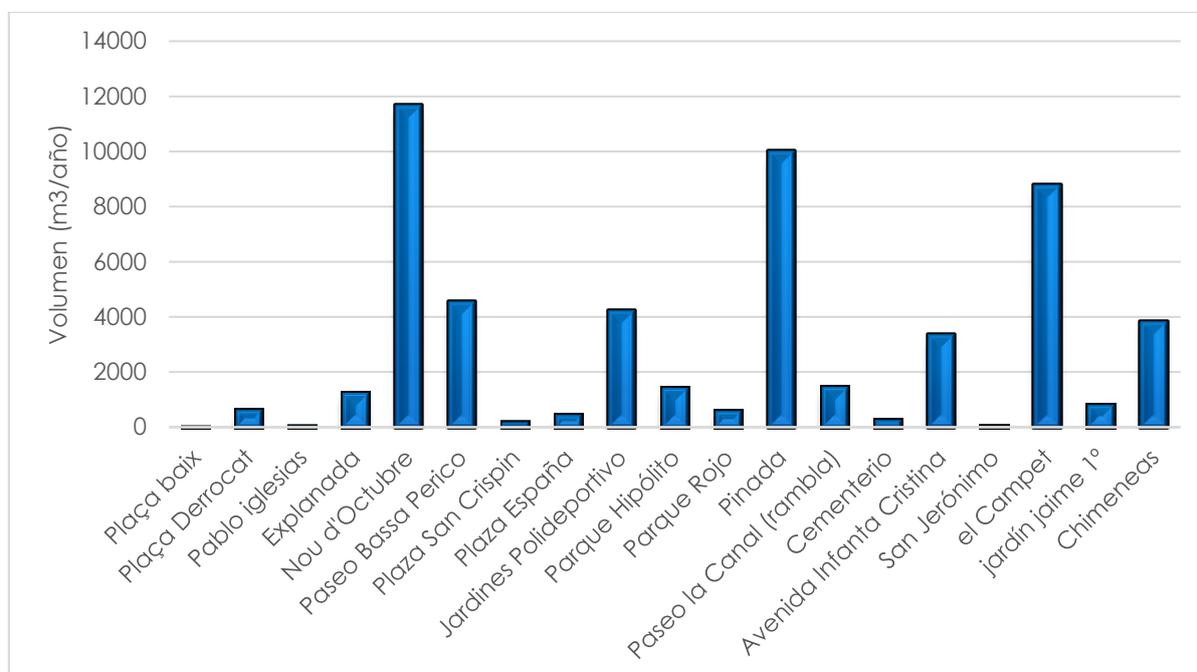


Figura 22. Volumen en m³ de los puntos de Consumo

Por tanto, es importante conocer las características de cada uno de ellos. Por ello, se ha realizado un estudio minucioso de todos y cada uno de los puntos de consumo, obteniendo superficies de riego, tipo de cultivos, turnos de riego, etc. para poder reflejar con la mayor exactitud posible las necesidades hídricas de cada zona y diseñar la red basándonos en los resultados obtenidos de esta recogida de datos y su posterior estudio.

Siguiendo con este apartado, se habla ahora de las superficies de riego reales que han sido proporcionadas por el Ayto. de Petrer. En cada una de las zonas, se ha solicitado la extensión de ésta y el tipo de riego que se está utilizando actualmente para abastecerla. Entre los tipos de riego, se puede diferenciar el sistema por goteo y el sistema por aspersión. En el primero de ellos, el caudal aproximado es de 4 l/h, con una alta eficiencia de riego, pues el punto de salida del caudal, está justo en el foco donde se quiere dirigir ese riego. En el sistema por aspersión, el caudal es algo menor a los 1000 l/h, una diferencia bastante notable con el goteo, sin embargo, la eficiencia de riego con este sistema ronda el 85 - 90 %, debido a diferentes pérdidas.

De este modo, las superficies reales de cada una de las zonas verdes, y el tipo de riego con el que son abastecidas, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Superficies reales y tipo de riego de cada punto de consumo

	Tipo de riego	Superficie total (m ²)
Plaça Baix	goteo	447,53
Plaça Derrocat	goteo/aspersor	1.989,07
Pablo Iglesias	goteo	926,61
Explanada	goteo	3.716,46
Nou d'Octubre	aspersor/goteo	22.697,65
Paseo Bassa Perico	aspersor	6.500
Plaza San Crispin	goteo	1.983,42
Plaza España	goteo/aspersor	1.227,27
Jardines Polideportivo	aspersor	11.353,11
Parque Hipólito	goteo/aspersor	5.800
Parque Rojo	aspersor	1.460,43
Pinada	aspersor	25.143,11
Paseo la Canal (rambla)	goteo	63.050,73
Cementerio	goteo	7.118
Avenida Infanta Cristina	goteo/aspersor	8.217,41
San Jerónimo	goteo	3.250,7
El Campet	goteo/aspersor	21.769
Jardín Jaime I	aspersor	1.487,44
Chimeneas	goteo/aspersor	20.303,37

Un aspecto a tener en cuenta, es que las superficies proporcionadas por el Ayuntamiento son superficies reales, es decir, contabilizando toda la extensión de los distintos parques y jardines. Por ello, se ha valorado una aproximación bastante ajustada sobre la distribución en % de dichos puntos según estén compuestos por arbustos, césped, árbol o superficie libre (sin riego).



Figura 23. Ejemplo de cálculo del parque Nou d'Octubre

Para llevar a cabo este cálculo, se han obtenido las superficies que cubren los distintos cultivos utilizando una vista aérea de cada una de las zonas y midiéndolas con la aplicación web de *terrasit.com*, la cual permite cerrar superficies, dando la medida en m². Un ejemplo de esta aplicación se muestra en la *Figura 23. Ejemplo de cálculo del parque Nou d'Octubre*

Tras realizar este análisis, las superficies reales de riego quedarían de la siguiente forma:

Tabla 6. Distribución aproximada del tipo de cultivo de cada punto de consumo.

	Césped	Arbusto	Árbol	Superficie Libre	Superficie Riego
	%	%	%	%	m ²
Plaça Baix	0	0	40	60	179,01
Plaça Derrocat	20	10	30	40	1.193,44
Pablo Iglesias	10	0	30	60	277,98
Explanada	15	20	30	35	2.229,87
Nou d'Octubre	30	20	30	20	18.158,12
Paseo Bassa Perico	60	0	20	20	5.200,00
Plaza San Crispin	10	10	20	60	793,36
Plaza España	40	10	30	20	981,81
Jardines Polideportivo	40	10	20	30	7.947,17
Parque Hipólito	20	10	25	45	3.190,00
Parque Rojo	40	0	20	40	876,25
Pinada	30	10	40	20	20.114,48
Paseo la Canal (rambla)	15	20	20	45	34.677,90
Cementerio	0	20	30	50	6.946,77
Avd. Infanta Cristina	40	15	10	35	5.341,31
San Jerónimo	0	20	20	60	1.300,28
El Campet	35	15	30	20	17.415,20
Jardín Jaime I	40	10	20	30	1.041,20
Chimeneas	25	5	20	50	10.151,68

Así pues, con estas superficies se podrán realizar cálculos más precisos sobre la demanda de caudal de cada uno de los nudos de consumo, así como obtener conclusiones sobre la demanda que tiene cada nudo, ya que las zonas con mayor % de césped necesitarán un mayor caudal que las que están compuestas únicamente por árboles o arbustos, que requieren un simple goteo.

Con todos los datos proporcionados hasta el momento, y sabiendo que el consumo anual se podría dividir en un 70 %- 30 %, donde el 70 % es consumido en meses de verano, más calurosos y secos, y el 30 % en meses de otoño e invierno, se ha procedido a calcular el caudal punta, es decir, el caudal máximo en l/s que requiere cada nudo en su acometida para regar la zona verde a la que hace referencia. Es claro que esta situación se dará en cualquier día de verano donde el consumo sea máximo, situación en la que se obtendrá un caudal crítico con el que se dimensionarán las distintas tuberías de la red de riego.

Con todos los datos recogidos, se ha procedido a calcular el caudal que se daría en esta situación en los distintos nudos de consumo, obteniendo los valores siguientes:

Tabla 7. Demanda base de cada punto de consumo

PUNTOS	q (l/s)
Plaça Baix	0,04
Plaça Derrocat	0,95
Pablo Iglesias	0,08
Explanada	0,93
Nou d'Octubre	7,00
Paseo Bassa Perico	3,40
Plaza San Crispin	0,20
Plaza España	0,48
Jardines Polideportivo	3,16
Parque Hipólito	1,45
Parque Rojo	0,60
Pinada	5,99
Paseo la Canal (rambla)	1,10
Cementerio	0,30
Avenida Infanta Cristina	3,33
San Jerónimo	0,07
El Campet	5,26
Chimeneas	2,88
Jardín Jaime I	0,82

Estos caudales han sido obtenidos en el *Anexo 1*, donde se explica el método de obtención y más tarde se justifican en el *Anexo 2*, estudiando las NRN de cada zona verde del municipio.

Se observan grandes caudales en algunos puntos, sobre todo en las zonas con más superficie y grandes zonas de césped, donde el caudal necesario es notablemente superior al de zonas que requieren goteo. Este será otro aspecto importante a tener en cuenta en la distribución y diseño de la red, pues utilizando unos turnos adecuados de riego, se pueden obtener caudales aceptables que no sean desproporcionados.

En cuanto a turnos de riego se refiere, se ha consultado al Ayto. de Petrer, cuál es el actual sistema de riego en el municipio, y se ha observado que se varía entre un riego manual y automático según las características y extensión de las distintas zonas de riego. Así pues, los datos obtenidos tanto para épocas de verano como de invierno, son los mostrados a continuación:

Tabla 8. Turnos de riego en cada época del año

	VERANO		INVIERNO	
	de 6 a 11 h	de 8 a 11 h	de 9 a 12 h	de 9 a 12 h
	AUTO	MANUAL	AUTO	MANUAL
Plaça Baix		de 8 a 9 h		de 9 a 10 h
Plaça Derrocat		de 8 a 9 h		de 9 a 10 h
Pablo Iglesias		de 8 a 9 h		de 9 a 10 h
Explanada	de 6 a 8 h		de 9 a 10,30 h	
Nou d'Octubre	de 6 a 8.30 h		de 9 a 11 h	
Paseo Bassa Perico	de 8.30 a 10.30h		de 9 a 10,30 h	
Plaza San Crispin		de 8 a 9.30 h		de 9 a 10,30 h
Plaza España		de 8 a 9.30 h		de 9 a 10,30 h
Jardines Polideportivo	de 8.30 a 10.30 h		de 9 a 10,30 h	
Parque Hipólito		de 8 a 9,30 h		de 9 a 10,30 h
Parque Rojo		de 8 a 9,30 h		de 9 a 10,30 h
Pinada	de 6 a 8.30 h		de 10 a 12 h	
Paseo la Canal (rambla)	de 9 a 11 h		de 10,30 a 12 h	
Cementerio		de 9,30 a 11h		de 10 a 11,30h
Avenida Infanta Cristina	de 9,30 a 11h		de 10,30 a 12h	
San Jerónimo		de 9,30 a 11h		de 10 a 11h
El Campet	de 8,30 a 11 h		de 10 a 12 h	
Jardín Jaime I		de 9,30 a 11 h		de 10 a 11,30 h
Chimeneas	de 6 a 8 h		de 10,30 a 12 h	

Cabe señalar, que los meses de verano, se riega todos los días de mayo a octubre con esta distribución, excepto sábados y domingos para riego manual, y domingos para riego automático. En cuanto a la época de invierno, esta distribución comprende los meses entre noviembre y abril, en los que se riega con una menor frecuencia, regando días alternos (lunes, miércoles y viernes) para ambos tipos de riego.

Por otro lado, los meses de verano, el riego está limitado hasta las 11 h de la mañana debido a una ordenanza municipal, la cual establece que no se puede regar pasadas las 11 h del mediodía.

3.2 MODELO DEL SISTEMA EN EPANET

Para realizar la carga del modelo y las correspondientes simulaciones en la red, se ha empleado un software libre, que permite llevar a cabo estas acciones en período extendido. Se trata del programa EPANET 2.0, con el que se pueden crear modelos matemáticos para diferentes sistemas de distribución de agua potable o de riego, así como evaluar el comportamiento del citado modelo para analizar posibles defectos en la red e ir solucionándolos iterativamente.

En este apartado se describirá de forma secuencial cómo se ha ido construyendo en el programa el modelo descrito con anterioridad.

3.2.1 Construcción del Modelo

Conocido el trazado de la red, utilizando el software de Epanet, se cargó en el programa un fondo de pantalla con un mapa que abarcara todas las zonas del municipio de Petrer, para cuando se fuere trazando la red, y con la opción longitudes automáticas activa que ofrece este programa, poder obtener los metros de tubería reales que tendrá la red de riego.

Así pues, siguiendo las indicaciones del nuevo trazado, se fue dibujando poco a poco la red con sus respectivos puntos de consumo y sus ramificaciones, quedando de la siguiente forma:



Figura 24. Red inicial de diseño sobre el plano de Petrer

Dimensionamiento de las tuberías

Como se ha comentado anteriormente, esta infraestructura pretende abastecer prácticamente todo el riego municipal de parques y jardines, por tanto, no se puede limitar el consumo total de la red, a simplemente los obtenidos para las zonas abastecidas en este primer proyecto. Esto quiere decir, que necesitamos cargar la red en los nudos adecuados con los consumos de futuras zonas a las que llegará la red, ya que si no se estaría dimensionando una red con capacidad insuficiente para estos futuros nudos.

Así pues, las zonas futuras a cubrir y futuras zonas urbanizables son las siguientes:

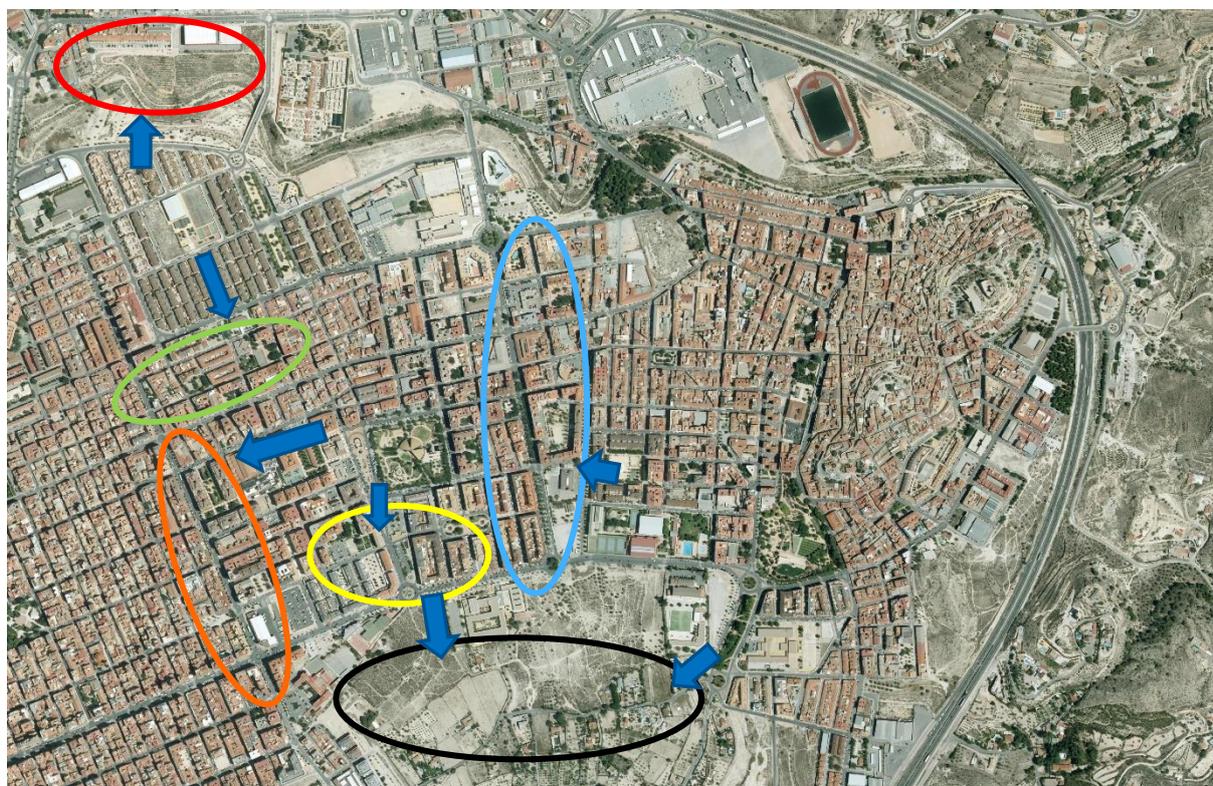


Figura 25. Futuras zonas de consumo

Estas zonas se caracterizan por ser pequeños jardines y paseos con árboles y arbustos, en los que habrá que realizar obras de mayor entidad en el municipio para ir alcanzando cada uno de los pequeños nudos de consumo que forman cada zona. En cuanto a la Zona Negra, es una zona urbanizable, en la que pretende crecer el municipio, expandiéndose hacia el Sur con nuevas urbanizaciones e instalaciones deportivas con sus respectivas zonas verdes.

Las respectivas zonas, así como sus consumos y caudales punta al igual que se presentó en la *Tabla 7*. Demanda base de cada punto de consumo son las siguientes:

Tabla 9. Obtención de q (l/s) de los futuros nudos de consumo.

ID ZONA	V (m3/año)	Horas (aprox.)	Q (l/s)
Zona Roja	1568	2	1,17
Zona Azul	3112	2	2,33
Zona Verde	1500	1,5	1,5
Zona Amarilla	1755	2	1,31
Zona Negra	5000	2	3,74
Zona Naranja	2025	2	1,51

Así pues, el procedimiento que se va a seguir para calcular los diámetros necesarios va a ser el siguiente:

- Se sumarán las demandas obtenidas en la *Tabla 9* con las demandas correspondientes a los nudos con los que se alcanzarán dichas zonas en un futuro:

Tabla 10. Caudal (l/s) modificados de los nudos

Futuro nudo	Q (l/s)	Nudo de unión	Q (l/s)	TOTAL (l/s)
Zona Roja	1,17	Paseo la Canal (rambla)	1,10	2,27
Zona Azul	2,33	Parque Hipólito	1,45	3,78
Zona Verde	1,5	San Jerónimo	0,07	1,57
Zona Amarilla	1,31	El Campet	5,26	6,57
Zona Naranja	1,51	Chimeneas	2,88	4,39

La Zona Negra (futura zona urbanizable), se repartirá la demanda entre los nudos de El Campet y de Bassa Perico, distribuyéndola del siguiente modo:

Tabla 11. Caudal (l/s) modificados en los nudos

Futuro nudo	Q (l/s)	División (aprox.)	Nudo de unión	Q (l/s)	TOTAL (l/s)
Zona Negra	3,74	1,74	El Campet	6,57	8,31
		2	Bassa Perico	3,4	5,4

- Se aceptará el caso crítico en que estas demandas son abastecidas a la misma hora y con la misma duración que sus nudos homólogos.
- Se calculará el diámetro de cada una de las conducciones como se explica más abajo.

Para llevar a cabo el dimensionamiento, primeramente, se han identificado las distintas tuberías con un identificador, ordenándolas aguas abajo, iniciando el recorrido en la *Bassa dels Regants* y recorriendo las zonas de riego en orden numérico para hacer más intuitivo el diseño de cada una de las tuberías de la red.

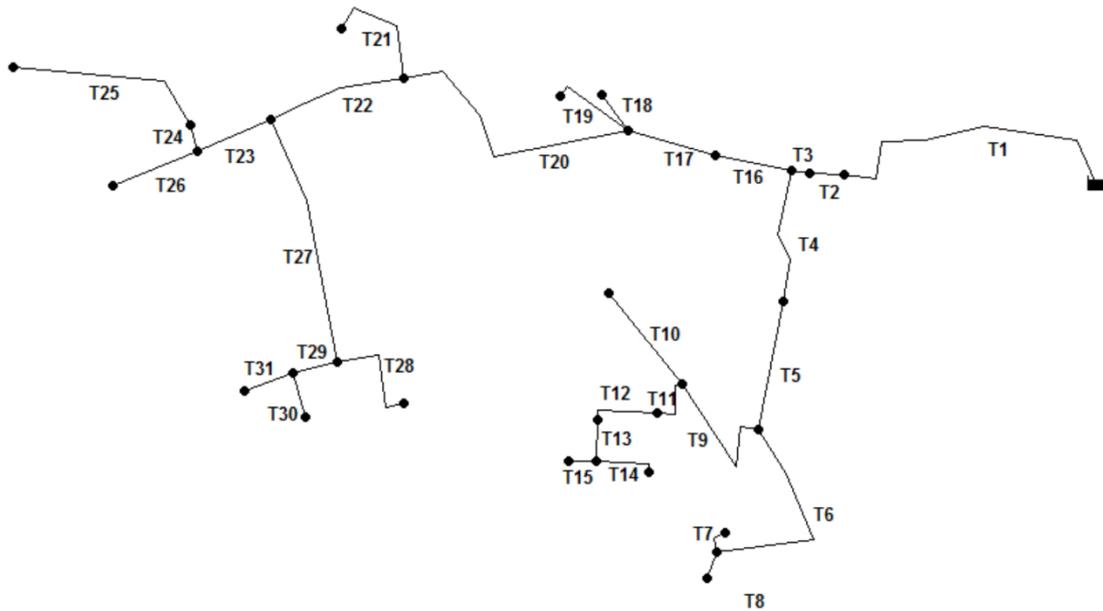


Figura 26. Red inicial con sólo tuberías y nudos

Con objeto de obtener los diámetros adecuados para cada conducción, se estudiarán los caudales máximos que circulan por cada una de las tuberías. Esto se hará calculando la carga hidráulica que circula por cada una de las tuberías siguiendo la *Tabla 7*. Demanda base de cada punto de consumo y la *Tabla 8*. Turnos de riego en cada época del año.

Por tanto, a la vista de la distribución y los turnos de riego, se puede realizar una primera aproximación para obtener un posible diámetro de las conducciones (D), adoptando la fórmula planteada a continuación, donde se adopta como hipótesis una velocidad de diseño del agua (V) de 1,2 m/s:

$$D \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{4000 \times Q \left(\frac{l}{s}\right)}{\pi \times V \left(\frac{m}{s}\right)}}$$

Se calcularán los caudales (Q) que circulan por cada una de las tuberías en las distintas franjas horarias, sectorizándolos y distribuyéndolos según la *Tabla 8*. Este paso, es crucial en el diseño de la red, pues errores en el dimensionamiento, pueden producir errores muy graves en el funcionamiento de la red, dando lugar a velocidades inadecuadas del agua, roturas como consecuencia de un caudal excesivo, o lo que es más importante, excesivas pérdidas de carga que podrían poner en riesgo el correcto suministro de estos puntos de riego.

Con todo ello, el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo de acuerdo al procedimiento y normativas siguientes:

- Establecimiento del caudal máximo de cada tramo, que será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumos para cada conducción y en un determinado momento. Para obtener este caudal, se ha simulado la red con los diámetros por defecto y se ha comprobado el caudal máximo que circulaba por cada una de las conducciones tal y como se ve en la *Figura 26*.
- Elección de la velocidad de diseño (1,2 m/s).
- Diámetro mínimo conducciones principales (no acometidas) según normativa municipal es igual a 63 mm de diámetro exterior.
- Se utilizarán *Tubos de Polietileno Pe 100 – Flexipol* con una PN de 10, número que corresponde a la presión máxima de trabajo a 20°C en bar.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

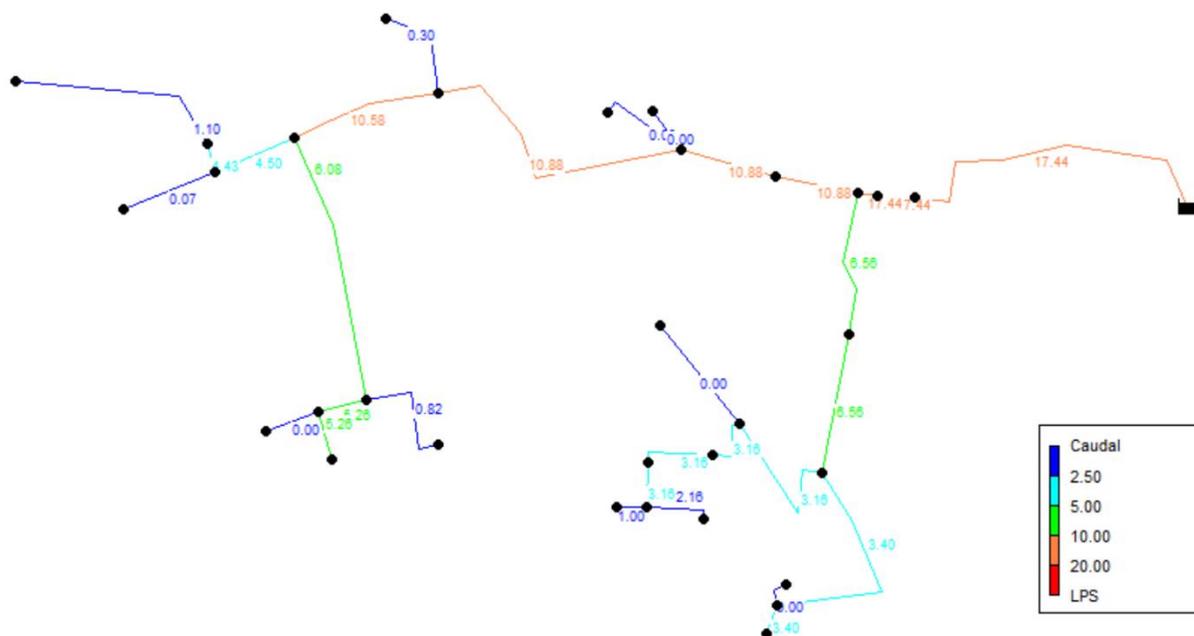


Figura 27. Obtención de los caudales máximos (l/s) para diseño

Tabla 12. Obtención de los diámetros normalizados.

ID TUBERÍA	Caudal (máx.) (l/s)	D. Cálculo mm	DN mm	e mm	Dint mm
1	25,16	163,4	200	11,9	176,2
2	25,16	163,4	200	11,9	176,2
3	25,16	163,4	200	11,9	176,2
4	13,62	120,2	140	8,3	123,4
5	13,62	120,2	140	8,3	123,4
6	7	86,2	110	6,6	96,8
7	7	86,2	110	6,6	96,8
8	5,4	75,7	90	5,4	79,2
9	8,22	93,4	110	6,6	96,8
10	0,48	22,6	63	3,8	55,4
11	7,54	89,4	110	6,6	96,8
12	6,94	85,8	110	6,6	96,8
13	3,16	57,9	75	4,5	66
14	2,16	47,9	63	3,8	55,4
15	1	32,6	63	3,8	55,4
16	16,6	132,7	160	9,5	141
17	16,6	132,7	160	9,5	141
18	1,87	44,5	63	3,8	55,4
19	4,12	66,1	75	4,5	66
20	16,6	132,7	160	9,5	141
21	0,3	17,8	63	3,8	55,4
22	16,3	131,5	160	9,5	141
23	7,17	87,2	110	6,6	96,8
24	5,6	77,1	90	5,4	79,2
25	2,27	49,1	63	3,8	55,4
26	1,57	40,8	63	3,8	55,4
27	9,13	98,4	125	7,4	110,2
28	0,82	29,5	63	3,8	55,4
29	8,31	93,9	110	6,6	96,8
30	8,31	93,9	110	6,6	96,8
31	4,39	68,2	90	5,4	79,2

Así pues, el diámetro que se introducirá en el programa, será el obtenido en la columna Dint, que se corresponde con el interior del tubo normalizado, una vez restado el espesor. Se introducirán uno a uno en el programa para realizar, como se verá en apartados siguientes, una simulación que se ajustará mucho a la realidad, pues las conducciones estarán con las dimensiones adecuadas.

Longitud de las tuberías

Al utilizar la herramienta longitudes automáticas, la longitud de las tuberías obtenidas, se corresponden fielmente con las de la realidad, teniendo:

Tabla 13. Longitudes en m de las conducciones

TUBERÍAS	Longitud
ID	m
1	577,27
2	61,87
3	34,34
4	248,82
5	240,11
6	403,78
7	47,81
8	49,11
9	288,95
10	214,69
11	95,19

TUBERÍAS	Longitud
ID	m
12	125,52
13	75,98
14	111,92
15	51,38
16	141,9
17	164,06
18	80,73
19	160,45
20	505,6
21	183,81
22	256,13

TUBERÍAS	Longitud
ID	m
23	143,16
24	48,85
25	368,49
26	166,75
27	464,04
28	208,24
29	81,69
30	82,45
31	95,45

Asignación de Cotas

Llegado a este punto, se introducirán los datos que faltan para caracterizar por completo a los nudos de consumo. Una vez dibujada y dimensionada la red, se procede a asignar a cada nudo la cota correspondiente mostrada en la *Tabla 3*. Cotas de los puntos de consumo, que han sido obtenidas del mapa general pormenorizado de Petrer, proporcionado por el Ayto. de Petrer.

Modelación de la balsa

La balsa puede ser modelada en EPANET bien como un embalse, en el que se mantiene constante el nivel de agua durante toda la simulación, o se puede modelar como un depósito (este elemento sí que experimentaría variaciones a lo largo del día).

Trabajar con un embalse simplifica mucho la modelación ya que sólo es necesario conocer la altura de lámina de agua, que se introduce como *Altura Total*. Por ello, para las primeras etapas del modelado de la red, se ha hecho uso de un embalse y, una vez calibrados todos los valores se propondrá la sustitución por depósitos. La altura piezométrica del embalse, es la suma de la cota y el nivel de agua del depósito y por ello, se trabajaría con un nivel constante de 489 m.

En el caso de modelar un depósito, las características de éste son las siguen:

- Cota de solera (altura a la que se encuentra situado el depósito en el terreno) de 486 m.
- Nivel mínimo (para tener en cuenta el punto de conexión de la salida) sería de 0.3 m.
- Nivel máximo (coincide con la altura máxima dónde desbordaría) de 2.4 m.
- Diámetro (asimilado a circular) sería de 20.6 m.

Introducción de la demanda Base

Se define la demanda base en cada nudo de consumo como aquella que es inyectada a cada nudo de la red en un instante dado. Este caudal inyectado se expresa en l/s y es el que se introduce en EPANET.

Como los diámetros ya han sido calculados, teniendo en cuenta los futuros consumos y una posible expansión del municipio, en este apartado se introducirán los consumos que corresponden solamente a la demanda de los nudos que hemos estudiado y analizado. Es decir, trabajaremos con las demandas de la *Tabla 7*. Demanda base de cada punto de consumo, pero con los diámetros calculados en el apartado anterior, que es como realmente funcionará la red en sus primeros inicios.

En el estudio realizado, las demandas que han sido introducidas en cada nudo, son las correspondientes a un día de verano de máximo consumo, pues dimensionar la red en situaciones extremas, hará que la red no tenga problemas a la hora de afrontar los consumos más elevados que se puedan dar en cualquier día del año.

Por tanto, el siguiente paso es introducir estas demandas en sus respectivos nudos.

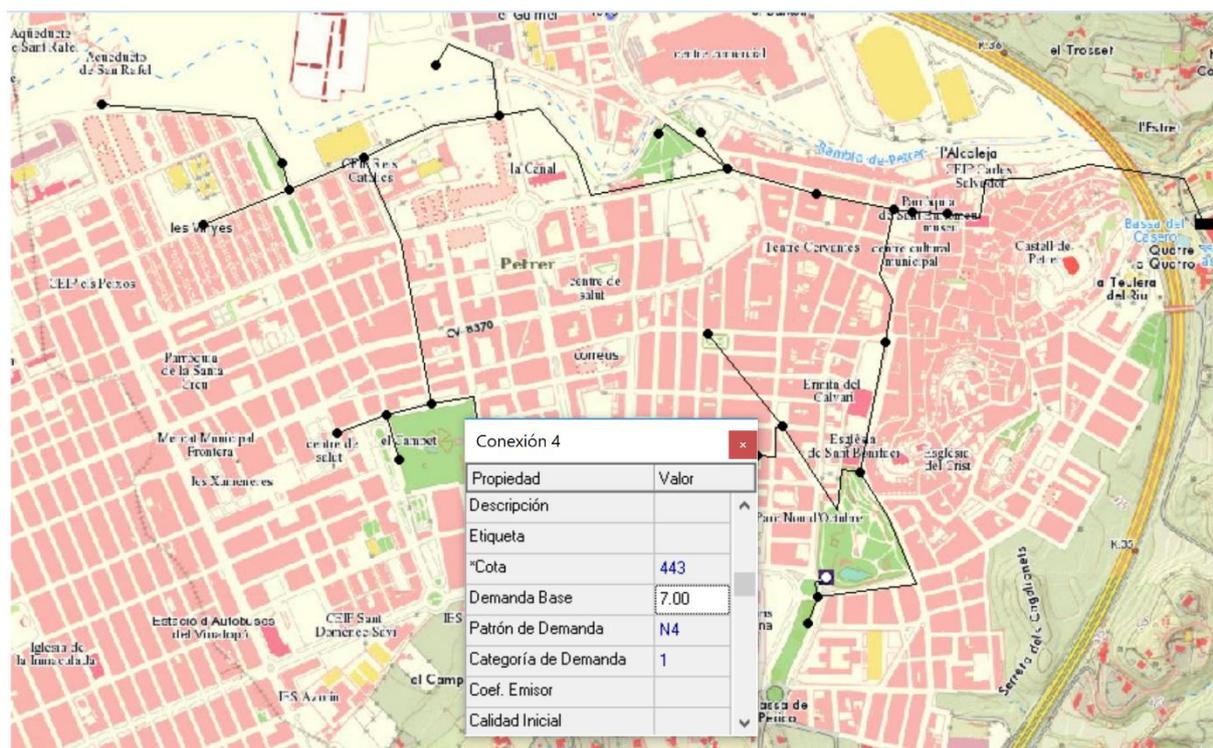


Figura 28. Introducción de los caudales de cada nudo en l/s.

En los puntos de consumo, *Pinada* y *Jardines Polideportivo*, se ha optado por dividir el consumo en dos nudos, ya que estos están compuestos por dos zonas claramente diferenciadas, a las que hay que llegar por una conducción distinta. Luego, habrá dos nudos más en la red que se nombrarán como *Pinada 2* y *Jardines Polideportivo 2*.

Patrones de Demanda

Las curvas de modulación o patrones de demanda están formados por una serie de factores que son función del volumen consumido en un cierto punto a unas horas determinadas. El objetivo de incluir las curvas de modulación en el modelo de la red reside en la necesidad de analizar el comportamiento de la red en cada período de tiempo para estudiar la presión de los nudos en las horas de máximo y mínimo consumo.

Al trabajar en un hipotético día de verano de máximo consumo, las horas para las que se han desarrollado los diferentes patrones de demanda serán entre las 6 h y las 11 h de la mañana. Por lo tanto, corresponde a una simulación de 5 horas de duración. Tiempo en el que los distintos puntos serán abastecidos según la *Tabla 8*. Turnos de riego en cada época del año.

Por tanto, se ha procedido a crear un patrón de demanda distinto para cada uno de los nudos de consumo, siguiendo la siguiente notación.

Tabla 14. Asignación de los Patrones de Demanda

PUNTOS	ID Conexión	Patrón de Demanda
Plaça Baix	2	N2
Explanada	3	N3
Nou d'Octubre	4	N4
Paseo Bassa Perico	5	N5
Plaza San Crispin	6	N6
Plaza España	7	N7
Parque Rojo	8	N8
Parque Hipólito	9	N9
Jardines Polideportivo 1	10	N11
Jardines Polideportivo 2	11	N11
Pablo Iglesias	12	N12
Plaça Derrocat	13	N13
Pinada	14	N14
Cementerio	15	N15
Avenida Infanta Cristina	16	N16
Paseo la Canal (rambla)	17	N17
San Jerónimo	18	N18
El Campet	19	N19
Jardín Jaime I	20	N20
Chimeneas	21	N21
Pinada 2	22	N14

Cada patrón se corresponde con una distribución horaria (horas de riego) dentro del periodo de la simulación, donde se han tomado intervalos de 30 min entre las 6 h y las 11 h, quedando así 10 intervalos en los que 1 significa que se está regando durante dicho intervalo y 0 que no lo está haciendo.

Un ejemplo de esta implementación sería el patrón correspondiente al nudo 4 (*Parque Nou d'Octubre*). En este caso, como se ha establecido el riego entre las 6h y las 8.30h de la mañana, se cubren los 5 primeros intervalos de 30 min.

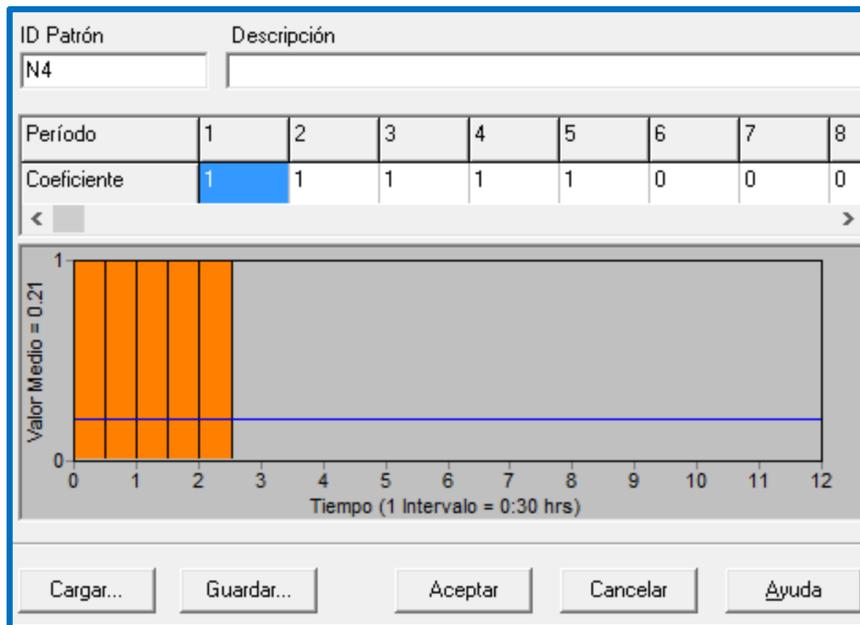


Figura 29. Ejemplo de un Patrón de demanda tipo

Estos patrones han sido fundamentales a la hora de realizar los cálculos necesarios para establecer los diámetros correctos de la red, pues en un hipotético caso en el que todos los nudos de consumo demandaran su respectivo caudal en un mismo instante de tiempo, la red podría no hacer frente a dicha demanda, provocando graves daños en su infraestructura.

En el caso de que todos los nudos de esta red solicitaran abastecimiento en un mismo instante, la carga hidráulica que soportaría a la red sería de 38,05 l/s, muy superior al máximo calculado en *la Figura 30*. Carga hidráulica de la red en cada intervalo, donde se establece un caudal máximo instantáneo de 17,45 l/s. Es muy reseñable este dato, pues en caso de una distribución errónea, se estarían cometiendo graves errores a la hora de calcular los diámetros requeridos en la red diseñada.

Así pues, con las horas y distribución del riego que ha proporcionado el exc. Ayto. de Petrer, mostradas en la *Tabla 8*. Turnos de riego en cada época del año, se puede realizar una comparativa de la carga hidráulica que soportaría la red a lo largo de los distintos intervalos de tiempo durante los que se abastece a las zonas verdes.

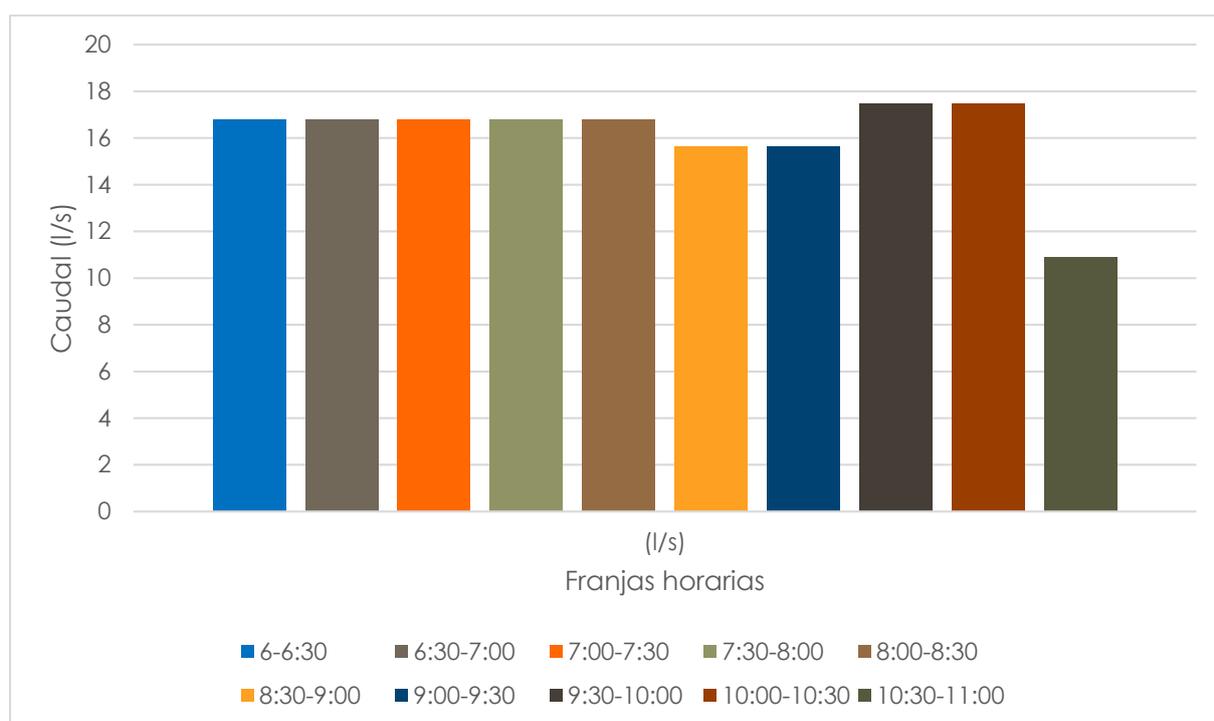


Figura 30. Carga hidráulica de la red en cada intervalo

Se puede observar, que se ha distribuido el consumo de forma muy equilibrada entre los diferentes intervalos, para que no haya instantes en los que el consumo sea muy alto o muy bajo, optimizando la distribución de la demanda al máximo. Por tanto, hasta el momento, los turnos aplicados por el Ayto. para el riego municipal, parece que producirán un buen funcionamiento hidráulico en la red.

Simulación de la red

Una vez llegados a este punto, con todos los datos recogidos, se realiza la simulación del modelo en el programa para obtener de ésta, resultados que permitan tomar decisiones acerca de si el dimensionamiento de las distintas conducciones que componen la red provocan un comportamiento adecuado, o si por el contrario, producen problemas de funcionamiento.

Si el modelo tiene que reproducir el funcionamiento real de la red, se debe conocer cuál es su funcionamiento, y la única forma posible de averiguarlo es tomar medidas in situ de la red en condiciones de operación. En base a estas medidas, se ajustarán los parámetros del modelo en la fase de calibración.

4 ANÁLISIS DEL MODELO

4.1 ANÁLISIS PENDIENTES HIDRÁULICAS

La pendiente hidráulica o pérdidas unitarias se definen como las pérdidas de presión debidas a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

Epanet, proporciona los valores de pérdidas unitarias en mca/km. Las pérdidas de carga para este tipo de instalaciones se suelen limitar a 10 mca/km para conseguir una circulación más eficiente. La ecuación de Darcy-Weisbach, estima el valor de las pérdidas en los tramos de tuberías, con la siguiente fórmula:

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * G}$$

➤ siendo:

- f (factor de fricción)
- L (longitud)
- D (diámetro)
- V (velocidad del fluido)
- G (fuerza de la gravedad)

Se ha querido estudiar este apartado en primer lugar, ya que si hubiese pérdidas de carga superiores a 10 mca/km en algunas de las conducciones, se aumentarían dichas conducciones al diámetro inmediatamente superior para reducir estas pérdidas a valores que estén dentro del límite fijado.

Simulando el modelo de la red de riego en los diferentes periodos de tiempo, se han obtenido valores elevados de pérdidas para las conducciones siguientes:

Tabla 15. Pérdidas unitarias problemáticas

ID TUBERÍA	PÉRDIDAS UNITARIAS MÁXIMAS	HORA SUCESO
	mca/km	h
13	16,53	de 8:30 a 10:30
14	19,48	de 8:30 a 10:30
18	14,84	de 6:00 a 8:00
19	27,4	de 6:00 a 8:00
24	12,48	de 9:30 a 11:00

Luego, según el criterio que se ha tomado, estas conducciones serán redimensionadas, aumentando su diámetro. Este hecho hará que se reduzca la velocidad del fluido, sin embargo, la velocidad no es el parámetro más crítico de esta red, pudiéndose sacrificar ligeramente con objeto de mejorar la pendiente hidráulica.

Como las conducciones son cabos extremos con suficiente caudal como para que la velocidad no sea excesivamente baja, se han aumentado los diámetros hasta que han desaparecido las grandes pérdidas que surgían, quedando los nuevos diámetros como sigue:

Tabla 16. Actualización de diámetros

ID TUBERÍA	Dint ANTERIOR	Dint ACTUAL
	mm	mm
13	66	79,2
14	55,4	66
18	55,4	66
19	66	96,8
24	79,2	96,8

Así pues, simulando de nuevo la red, se observarán los siguientes valores de pérdidas unitarias:

Tabla 17. Pérdidas unitarias reducidas

ID TUBERÍA	PÉRDIDAS UNITARIAS MÁXIMAS ANTERIORES	PÉRDIDAS UNITARIAS MÁXIMAS ACTUALES
	mca/km	mca/km
13	16,53	6,6
14	19,48	8,07
18	14,84	6,16
19	27,4	3,97
24	12,48	4,55

Para concluir este apartado, se muestra la media de pérdidas unitarias en las tuberías en el instante en el que se está inyectando en la red el caudal máximo de 17,44 l/s, cuando trabajan el mayor número de tuberías, y en el instante de mínimo caudal 10,88 l/s:

Pérd. Unitarias medias (Qmax)	3,91 mca/km
Pérd. Unitarias medias (Qmin)	3,37 mca/km

Realizando la media entre las 10 franjas horarias de 30 min, se obtiene una pérdida media total que se encuentra dentro de los valores aceptables para este tipo de redes.

Pérd. Unitarias medias (Total)	3,82 mca/km
---------------------------------------	-------------

4.2 CAUDALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Como se ha comentado anteriormente, se está trabajando con un flujo a presión, en el cuál se confiere una energía elástica extra al fluido en comparación con los sistemas de lámina libre. Luego, aparte de tener una gran energía potencial (o gravitacional) en la red, debido a las cotas en las que están situados los puntos de consumo y la cota superior de 486 m a la que está la balsa de alimentación, esta energía elástica propiciará aún más si cabe el buen funcionamiento de la red.

Así pues, sabiendo que la topografía del municipio de Petrer, se asimila a un valle, donde el punto más alto es la balsa de riego, las presiones que se obtendrán en los nudos serán superiores a las restricciones mínimas necesarias por los sistemas de riego actuales. En su defecto, se deben garantizar presiones de al menos 20 mca en los puntos de uso.

Obtención Q_{min} y Q_{max}

Para comenzar el análisis, se simula en Epanet el funcionamiento de la red y se observa en qué instantes de tiempo se producen los caudales máximos y mínimos en la red. Estos caudales se analizan en la tubería 1 (T1), pues esta es la conducción que sale de la balsa de riego, y es la que conduce todo el caudal disponible en cada instante de tiempo, ya que es la conducción principal de la red ramificada.

Tabla 18. Tabla de evolución del caudal (l/s) de la Línea 1

Tiempo Horas	Caudal LPS
6:00	16.80
6:30	16.80
7:00	16.80
7:30	16.80
8:00	16.79
8:30	15.62
9:00	15.65
9:30	17.44
10:00	17.44
10:30	10.88
11:00	0.00

Se observa que el caudal máximo que se inyecta a la red es de 17,44 l/s que se da a las 9:30 y a las 10:00 de la mañana, mientras que el mínimo es de 10,88 l/s, que se da a las 10:30 de la mañana.

4.3 ANÁLISIS PRESIONES

Sabiendo el Q_{max} y Q_{min} que se producen en la red, a continuación, se genera una tabla desde Epanet, en las franjas horarias en las que se han obtenido dichos caudales:

Tabla 19. Presiones en mca de los nudos a las 9:30 h

ID Nudo	Demanda l/s	Altura mca	Presión mca
2	0	483,27	22,27
13	0	483,09	27,09
30	0	482,99	27,99
31	0	481,61	28,61
3	0	482,29	29,29
12	0	482,46	29,56
33	0	481,84	34,84
6	0	480,91	35,91
7	0	480,91	36,91
4	0	480,49	37,49
22	0	481,84	37,84
37	0	480,49	39,49
14	0	481,84	39,84
5	3,4	480,11	40,11
8	0	480,68	40,68
11	2,16	478,97	41,97
9	0	480,37	42,37
34	0	479,95	43,95
20	0,82	476,37	44,37
32	0	479,87	44,87
10	1	479,63	45,63
15	0,3	479,85	45,85
35	0	479,03	47,03
23	0	477,03	47,03
19	5,26	476	48
36	0	478,36	48,36
24	0	476,52	48,52
16	3,33	478,14	49,14
21	0	476,52	51,52
18	0,07	478,36	55,13
17	1,1	476,11	56,11

En la *Tabla 19*, se observa que la mínima presión corresponde al nudo 2, correspondiente a la zona verde de la Plaça de Baix, con un valor de 22,27 mca a las 9:30 horas, cuando no demanda caudal alguno. La máxima presión en esta franja horaria, la encontramos en el nudo 17, correspondiente a la zona del Paseo la Canal (rambla). Esta presión se produce cuando el nudo está demandando un caudal de 1,10 l/s.

Los resultados obtenidos, son bastante lógicos, pues encontramos la mínima presión en el punto más cercano al punto de alimentación, y por tanto con una presión muy por debajo de la de un punto que está situado una diferencia de 41 metros por debajo de este, donde se encuentra la máxima para este planteamiento con Q_{max} .

En la *Tabla 20*, se observa que la mínima presión corresponde al nudo 2 de nuevo, con un valor de 23,29 mca a las 10:30 horas, cuando no demanda otra vez ningún caudal. La máxima presión en esta franja horaria, la encontramos en el nudo 17, correspondiente de nuevo al Paseo la Canal (rambla) y con un valor de 57,29 mca. Esta presión se produce cuando el nudo está demandando su caudal de 1,1 l/s.

Tabla 20. Presiones en mca de los nudos a las 10:30 h

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura mca	Presión mca
2	0	484,29	23,29
13	0	484,21	28,21
30	0	484,17	29,17
12	0	483,64	30,74
31	0	484,17	31,17
3	0	484,17	31,17
33	0	483,02	36,02
22	0	483,02	39,02
6	0	484,17	39,17
7	0	484,17	40,17
14	0	483,02	41,02
4	0	484,17	41,17
37	0	484,17	43,17
8	0	484,17	44,17
5	0	484,17	44,17

ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
34	0	481,13	45,13
20	0,82	477,55	45,55
9	0	484,17	46,17
15	0,3	481,03	47,03
11	0	484,17	47,17
35	0	480,22	48,22
23	0	478,22	48,22
32	0	484,17	49,17
19	5,26	477,19	49,19
36	0	479,55	49,55
24	0	477,7	49,7
10	0	484,17	50,17
16	3,33	479,32	50,32
21	0	477,7	52,7
18	0,07	479,54	56,31
17	1,1	477,29	57,29

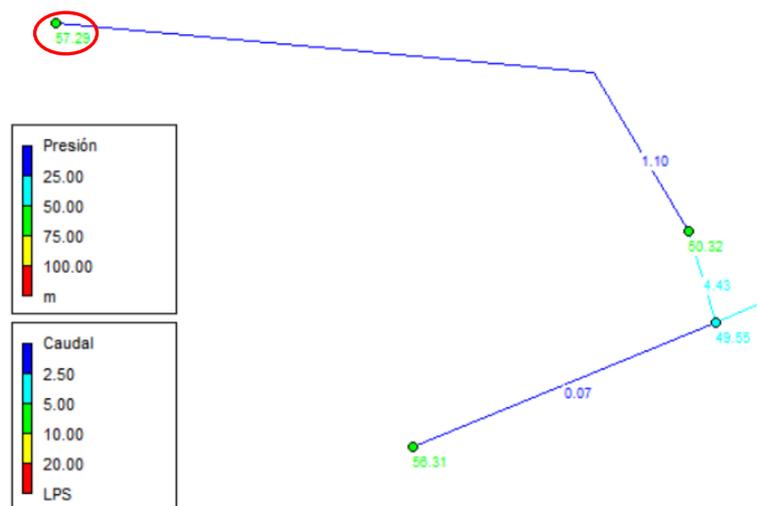


Figura 31. Presión máxima a las 10:30 h

Aunque estas han sido las presiones máximas y mínimas cuando la red está demandando el máximo caudal o cuando demanda el mínimo, en la siguiente tabla se observará que estos valores no corresponden con la presión máxima y la presión mínima que se da en la red.

Tabla 21. Pmax y Pmin de cada nudo de consumo

ID Nudo	Pmax	Pmin
	mca	mca
2	22,27	23,29
3	28,66	31,17
4	32,36	41,17
5	35,88	44,17
6	33,45	39,17
7	34,19	40,17
8	37,87	44,17
9	39,25	46,17
10	42,51	50,17
11	38,85	47,17
12	29,56	30,74

ID Nudo	Pmax	Pmin
	mca	mca
13	27,09	28,21
14	39,84	41,08
15	45,85	48,76
16	49,14	53,76
17	56,11	62,76
18	55,13	59,53
19	48,00	54,76
20	44,37	50,76
21	51,52	57,76
22	37,84	39,08

Así pues, la presión máxima y mínima de cada nudo, se observa que los valores extremos son:

P. Máxima	22,27 mca
P. Mínima	62,76 mca

La presión máxima corresponde al nudo 17 (Paseo de la Canal), con un valor de 62,76 mca, y la mínima tiene un valor de 22,27 mca, dada en la conexión 2 (Plaça de Baix), que coincide con la obtenida en la franja horaria del caudal máximo de la red.

Tabla 22. Evolución temporal de la conexión 2

Tiempo Horas	Demanda LPS	Altura m	Presión m
6:00	0.00	483.39	22.39
6:30	0.00	483.39	22.39
7:00	0.00	483.39	22.39
7:30	0.00	483.39	22.39
8:00	0.04	483.39	22.39
8:30	0.04	483.60	22.60
9:00	0.00	483.59	22.59
9:30	0.00	483.27	22.27
10:00	0.00	483.27	22.27
10:30	0.00	484.29	23.29

Tabla 23. Evolución temporal de la conexión 17

Tiempo Horas	Demanda LPS	Altura m	Presión m
6:00	0.00	482.10	62.10
6:30	0.00	482.10	62.10
7:00	0.00	482.10	62.10
7:30	0.00	482.10	62.10
8:00	0.00	482.76	62.76
8:30	0.00	482.34	62.34
9:00	1.10	479.80	59.80
9:30	1.10	476.11	56.11
10:00	1.10	476.11	56.11
10:30	1.10	477.29	57.29

Las *Tablas 22 y 23* muestran la evolución de los dos nudos que proporcionan las presiones máximas y mínimas de la red. A continuación, se muestra también una comparativa gráfica entre ellos en función del tiempo:

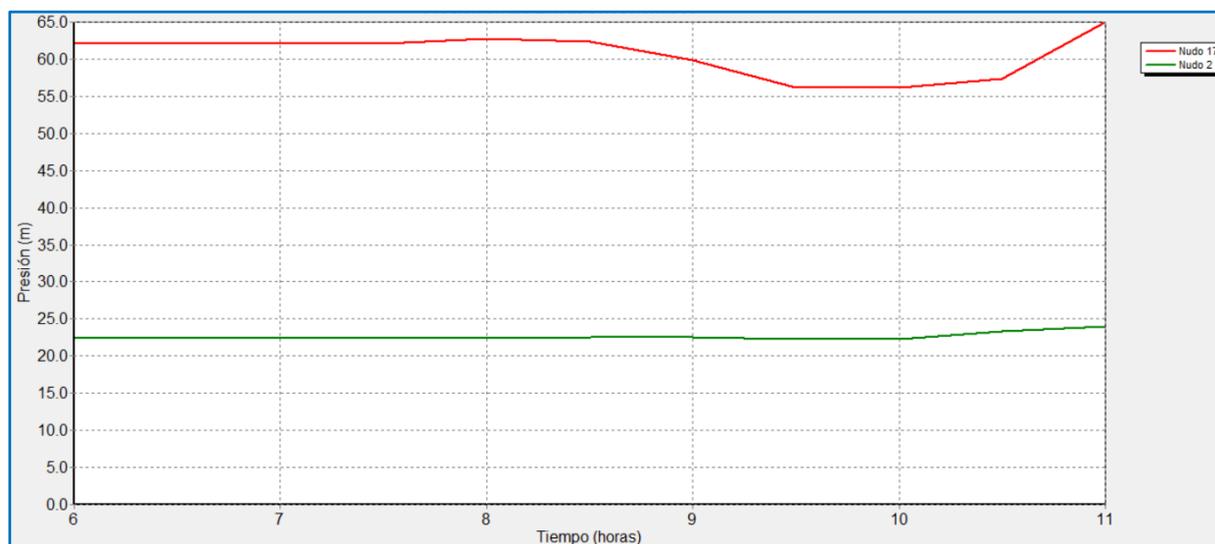


Figura 32. Evolución temporal de la Presión en los nudos 17 y 18

La máxima presión en el nudo 17, se da a las 8:00 de la mañana, cuando el nudo no está demandando caudal. La mínima presión en el nudo 2, se da a las 9:30 de la mañana, cuando demanda un caudal de 0,07 l/s y cuando la balsa de riego está inyectando en la red un caudal máximo de 17,44 l/s por la tubería número 1. Este análisis, hace notar que los caudales máximos y mínimos no proporcionan respectivamente, las presiones máximas y mínimas, debido fundamentalmente a la distribución de turnos de riego, con los que se sectoriza el municipio y se reparte el caudal entre las distintas zonas de riego, sin saturar la red en un instante determinado.

Por otro lado, las presiones mínima y máxima obtenidas para la red no son preocupantes, pues la mínima situada en 22,27 mca, es bastante superior al mínimo de 10 mca que se requiere en una red de estas características, luego se evitarán los riesgos de golpe de ariete debido a presiones bajas o negativas en funcionamientos malos.

El mayor riesgo que corre la instalación debido a presiones demasiado altas es la cavitación, por eso cuando se proyecta una instalación, se debe intentar que no aparezca este fenómeno o que sus efectos sean los menores posibles instalando las válvulas apropiadas para cada situación. Asimismo, la presión máxima en la red diseñada es de 62,76 mca, algo elevada, pero teóricamente no presentará problemas ni riesgos de cavitación del fluido, pues las presiones máximas peligrosas se sitúan a partir de los 80 mca aproximadamente.

La situación isobárica de la red cuando se da la máxima presión en la conexión 17, es la siguiente:

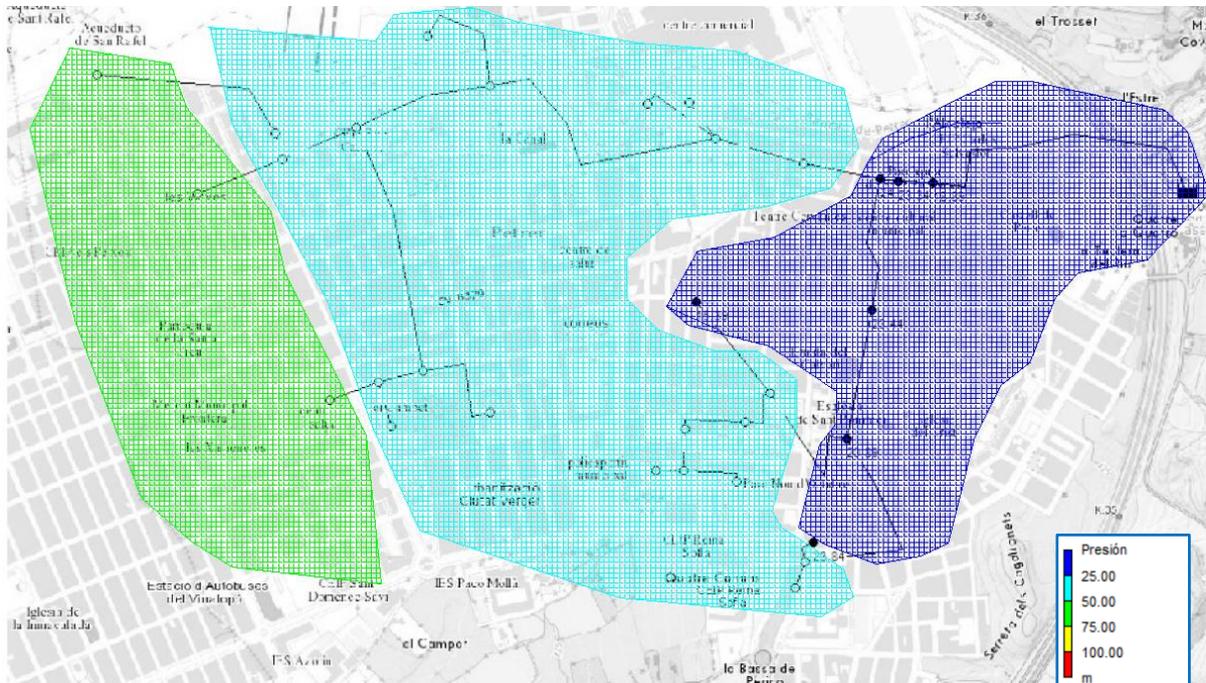


Figura 33. Mapa isobárico a las 8:00 h

Se observa cómo se distribuyen las presiones con rangos muy similares, dependiendo principalmente de la cota (m) de los nudos. Las zonas cercanas al embalse tienen en esta franja horaria, presiones inferiores a 25 mca, mientras que las más alejadas, como es el caso del nudo 17, están en torno a los 50 mca.

Análisis de Velocidades

La velocidad de un fluido a través de una tubería es algo que se debe analizar, pues si esta es demasiado alta se presentan problemas de desgaste de las paredes por fricción la cual puede destruir la película de inhibidor que en algunos casos protege la pared de la tubería dejándola expuesta a la corrosión, o si la fricción es muy alta, se puede presentar desgaste de la tubería por abrasión. Por otra parte, si la velocidad es demasiado baja, valores inferiores a 0,5 m/s, se pueden presentar problemas de deposición de sólidos y sedimentaciones que pueden reducir el tamaño (diámetro interior) de la tubería.

Por ello, en este apartado se va a analizar en profundidad las velocidades que proporcionan cada una de las conducciones, para decidir si el dimensionamiento de los diámetros, tiene el efecto deseado en cuanto a la velocidad del agua a través de la red. En el apartado de cálculo de los diámetros, se ha considerado una velocidad media del fluido de 1,2 m/s, velocidad que se encuentra entre el rango de 1 y 1,5 m/s, adecuado para conducciones que trabajarán a presión.

Simulando la red, se observa en varias tuberías velocidades algo por debajo del 0,5 m/s, valor que se había marcado como valor inferior, pero para el caso de consumo humano. Así pues, de esta primera simulación surge en principio una cierta problemática con las tuberías 10, 20, 21, 22, 23, 24, 26, las cuales muestran en diferentes instantes de tiempo los siguientes valores de velocidad “crítica”:

Tabla 24. Análisis de velocidades mínimas

TUBERÍAS	Velocidad mínima	Hora suceso	DN
ID	m/s	h	mm
10	0,20	de 8 a 9:30	63
20	0,18	de 6 a 8:00	160
22	0,18	de 6 a 8:00	160
21	0,12	de 9:30 a 11	63
23	0,15	de 9 a 9:30	110
24	0,15	de 9 a 9:30	110
26	0,03	de 9:30 a 11	63

Llegados a este punto, es cuando se plantea si es necesario modificar los valores de los diámetros de las tuberías anteriores para aumentar la velocidad del flujo. Si se estuviera diseñando una red de suministro de agua, donde el uso sería para consumo humano, los valores menores a 0,5 m/s serían preocupantes, por los problemas de calidad que derivarían (posibles sedimentaciones que se podrían depositar en las tuberías, pérdida de desinfectante y elevada edad del agua en la instalación). Sin embargo, este no es el objeto de esta red de riego, destinada a abastecer los puntos verdes de la población, donde la velocidad insuficiente del agua no repercute de forma negativa a la calidad exigida para los cultivos que se van a regar. Hay que tener en cuenta que la red está dimensionada para hacer frente a futuras demandas, como se ha comentado en el apartado de dimensionado de la red, por ello algunas de las velocidades resultan algo bajas. Es decir, las futuras conexiones, harán aumentar el caudal que circula por la red y en consecuencia la velocidad del agua también lo hará.

Así pues, si se carga la red con las demandas planteadas con los futuros nudos, estos valores mínimos aumentarían de forma considerable:

Tabla 25. Velocidades mínimas con futuras demandas

TUBERÍAS	Velocidad mínima
ID	m/s
10	0,20
20	0,28
22	0,28
21	0,12
23	0,31
24	0,31
26	0,65

Los únicos casos que se mantendrían igual, serían los cabos extremos de las conducciones 10 y 21, donde la red no tiene pretensiones de crecer. La mayor evolución, se observa en la tubería 26, pues pasa de ser un cabo extremo con muy poco caudal, a ser una conducción que cubrirá nuevas zonas verdes con mayores demandas.

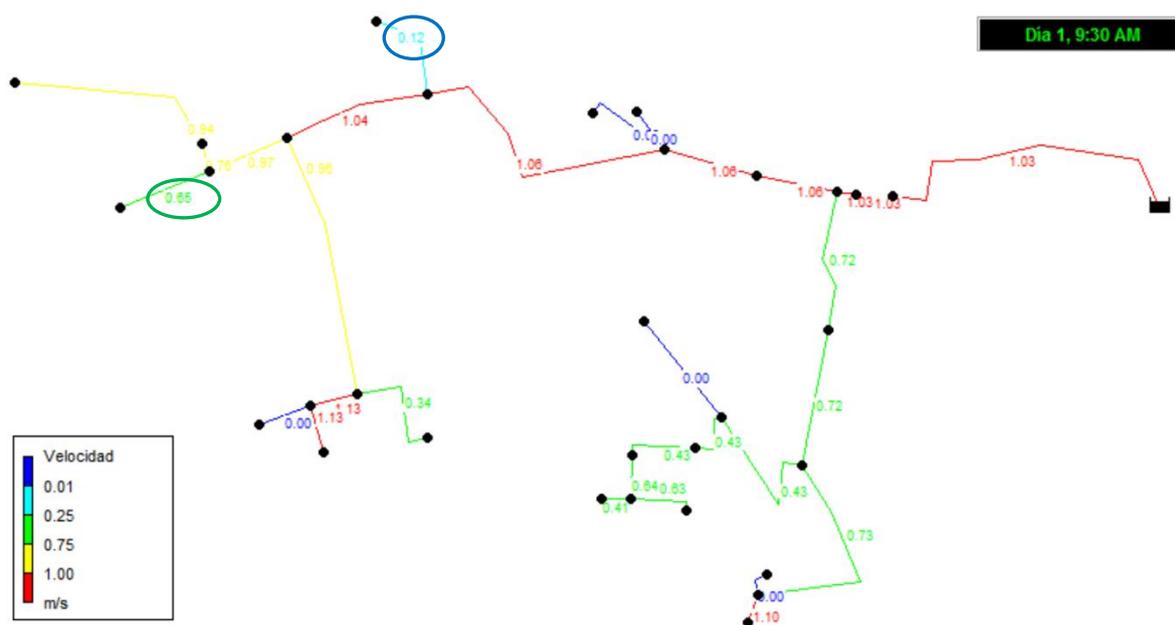


Figura 34. Situación velocidades a las 9:30 am

Por otro lado, analizando las velocidades máximas de la red, se observan valores punta por debajo de 1 m/s (Tabla 26), luego a priori no surgirán problemas de velocidades excesivas que puedan dañar las tuberías. Incluso en la futura ampliación, las velocidades máximas se sitúan en torno a 1 m/s, sin sobrepasarlo excesivamente. Por tanto, se concluye que el análisis de velocidades es favorable.

Tabla 26. Análisis velocidades máximas

TUBERÍAS	Velocidad máxima	Hora suceso	DN
ID	m/s	h	mm
4	0,81	de 8 a 8:30	140
5	0,81	de 8 a 8:30	140
6	0,95	de 6 a 8:30	110
7	0,95	de 6 a 8:30	110
9	0,80	de 8:30 a 9	110

4.4 RESPUESTA DE LA RED ANTE UN INCENDIO

En este apartado, se evalúa el comportamiento de la red ante un episodio de incendio para analizar la respuesta de la misma. Aunque no existe una normativa de obligado cumplimiento, se atiende a los requerimientos establecidos por la NBE CPI 96. De este modo, se analizarán puntos de cada zona, para ver si dichos puntos, son capaces de hacer frente a esta situación de emergencia.

Atendiendo a la distribución por zonas que se ha realizado anteriormente, se pretende cargar un punto de cada zona, para ver si sería posible colocar hidrantes cercanos a dichos puntos. Se diferenciará entre dos acciones distintas para el caso de incendio:

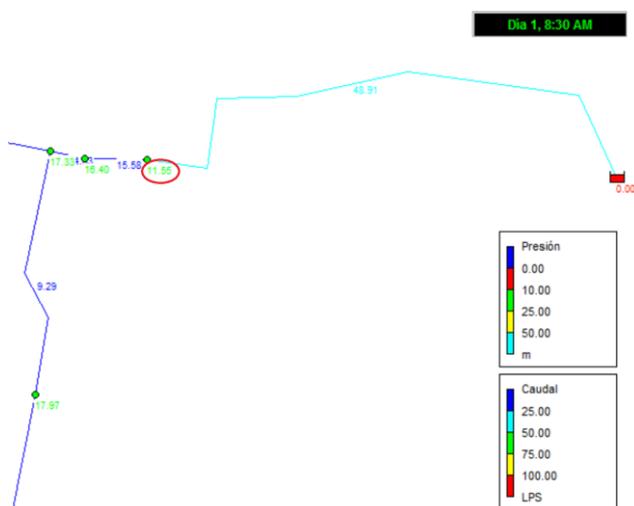
Tabla 27. Condiciones mínimas de los ataques

Tipo	Pmin. Requerida	Qmin. Requerido (por hidrante)	Normativa
	mca	(l/min)	
Ataque Directo	70	1.000	CEPREVEN R.T.2 CHE
Hidrantes de abastecimiento	10	1.000	NBE CPI 96

Para el caso de *Ataque directo*, se puede concluir que está red no podrá trabajar con este tipo de acción de emergencia, pues la red tiene una presión máxima de 62,76 mca sin cargarla con los caudales de emergencia. De este modo, se trabajará para el caso de *hidrantes de abastecimiento*, con la hipótesis de dos hidrantes próximos, que se simularán como una demanda de 2000 l/min, es decir, 33,33 l/s en un nudo.

Análisis de zonas

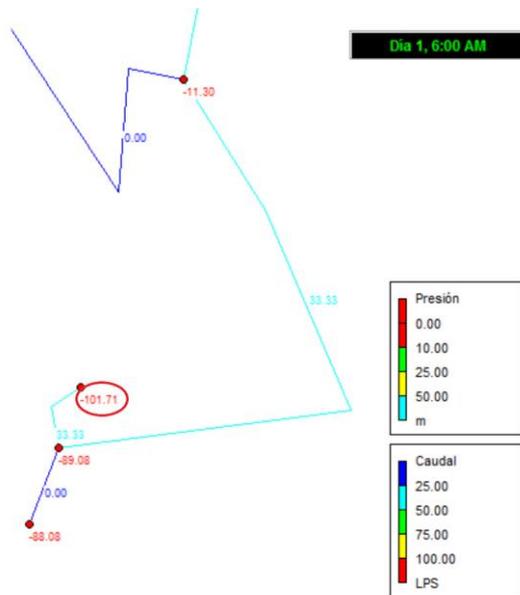
- Zona 1



Para cubrir la zona 1, se ha cargado el nudo 2 (Plaça de Baix), presentando una presión mínima de 11,55 mca, superior a los 10 mca requeridos. Por tanto, en esta zona se podría hacer frente a un hipotético incendio.

Figura 35. Situación con nudo 2 demandando 33,33 l/s

• Zona 2



Para cubrir la zona 2, se ha cargado el nudo 7 (Nou d'Octubre), presentando valores de presión negativa (-101,71 mca) obviamente valor físicamente ilógico, e inferior a los 10 mca requeridos. Por tanto, en esta zona NO se podría hacer frente a un hipotético incendio a no ser que se modifiquen las conducciones actuales.

Figura 36. Situación con nudo 7 demandando 33,33 l/s

Las siguientes zonas (3,4,5,6) presentarán también presiones negativas al solicitar este caudal de emergencia. Por tanto, la única zona en la que se podría instalar estos hidrantes exteriores sería la 1.

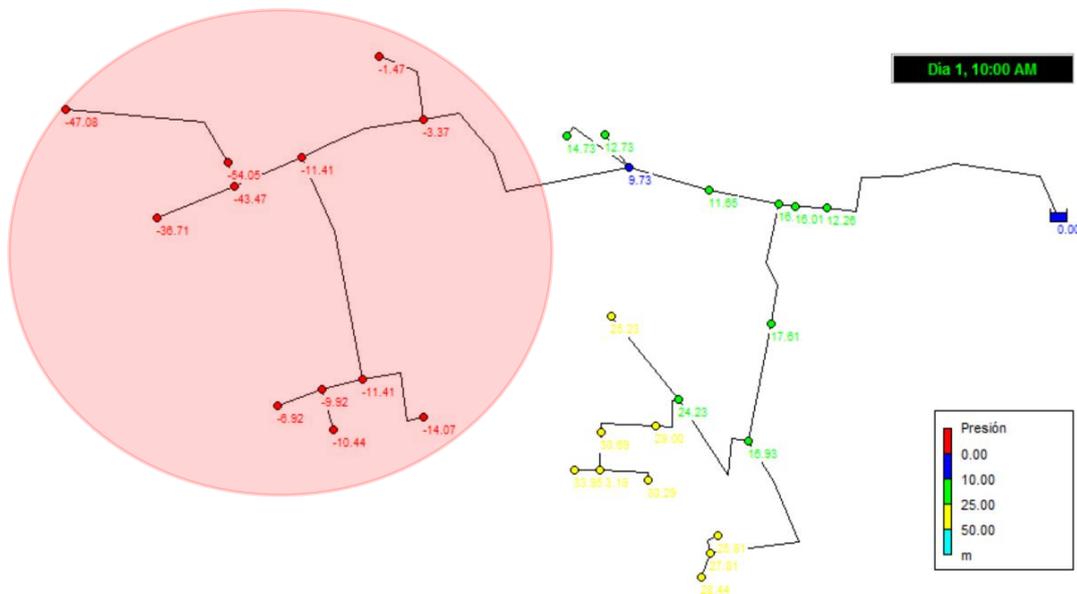


Figura 37. Presiones con nudo 16 cargado con 33,33 l/s

Como muestra la Figura 37, estos hipotéticos caudales son demasiado grandes para la red y dejarían un mapa de presiones negativas prácticamente en toda la red cuando se aplica a las zonas comentadas. Existiría pues, un gran riesgo de que se produjesen golpes de ariete en las tuberías.

Modificación de la Red

En este apartado, se pretende estudiar la red minuciosamente para que, realizando los mínimos cambios posibles en el tamaño de los diámetros de la red, esta pueda hacer frente a la situación de emergencia de incendio que se está planteando en las máximas zonas posibles. Como se ha visto, la única zona que podría ser atendida ante esta emergencia, sería la 1, ya que las demás presentan pérdidas unitarias enormes y presiones negativas que ponen en riesgo la infraestructura de la red. Por consiguiente, se realizará el estudio en las zonas 2, 3, 4, 5 y 6 ya que la 1 cumplirá también para cualquier cambio en los diámetros. De esta forma, se procede a modelar en Epanet el funcionamiento de esta situación, introduciendo la demanda en los nudos marcados de rojo en cada una de las zonas. Seguidamente, se irán aumentando los diámetros hasta que las presiones de la zona sean superiores a 10 mca y las pérdidas de carga sean aceptables, aunque sean algo mayores que 10 mca/km.

La idea que persigue este apartado, consiste en estudiar una a una el cumplimiento de las zonas, iterando con los correspondientes diámetros y tras realizarlo, observar cómo queda el diseño de la red con los nuevos diámetros para poder hacer una valoración del coste económico de esta modificación en el documento de *Presupuesto*.

Así pues, la nueva red, quedaría de la siguiente forma:

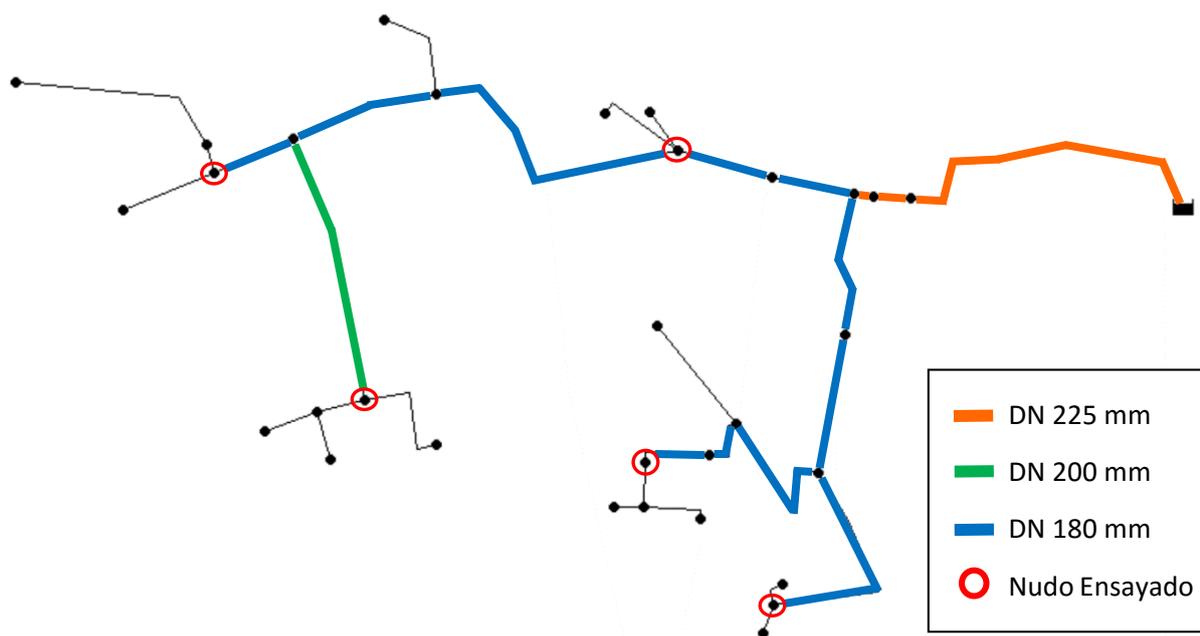


Figura 38. Dimensionado nuevo de la red

Las tuberías marcadas, han sido aumentadas al diámetro mínimo que permitiría hacer frente a una situación de incendio en todas las zonas (no instantáneamente). En el estudio se ha comprobado que las pérdidas unitarias en los peores casos (*Figura 39*), apenas alcanzan los 30 mca/km, luego son valores que se podrían aceptar, ya que el estado de emergencia es excepcional y de poca duración.

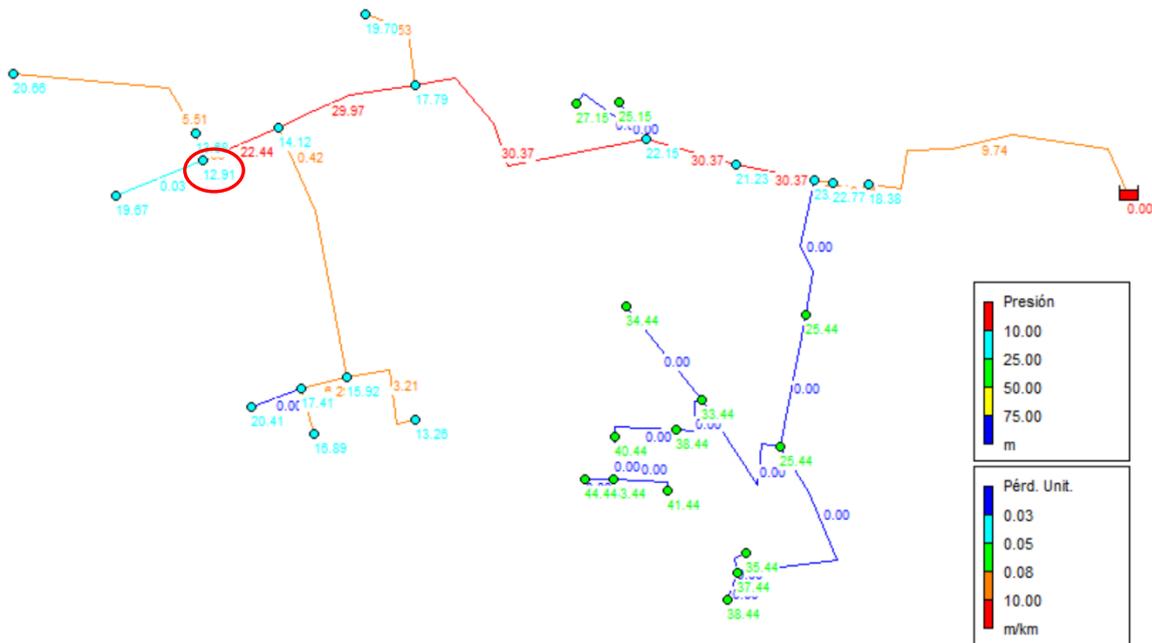


Figura 39. Situación con nudo de la zona 5 cargado

En consecuencia, si se quisiera proyectar esta red de irrigación también para este uso, los diámetros de las conducciones, quedarían del siguiente modo:

Tabla 28. Diámetros actualizados para respuesta ante incendio

TUBERÍA	DN	e	Dint.
ID	mm	mm	mm
1	225	13,4	198,2
2	225	13,4	198,2
3	225	13,4	198,2
4	180	10,7	158,6
5	180	10,7	158,6
6	180	10,7	158,6
7	110	6,6	96,8
8	90	5,4	79,2
9	180	10,7	158,6
10	180	10,7	158,6
11	180	10,7	158,6
12	110	6,6	96,8
13	90	5,4	79,2
14	75	4,5	66
15	63	3,8	55,4
16	180	10,7	158,6

TUBERÍA	DN	e	Dint.
ID	mm	mm	mm
17	180	10,7	158,6
18	75	4,5	66
19	110	6,6	96,8
20	180	10,7	158,6
21	63	3,8	55,4
22	180	10,7	158,6
23	180	10,7	158,6
24	110	6,6	96,8
25	63	3,8	55,4
26	63	3,8	55,4
27	200	11,9	176,2
28	63	3,8	55,4
29	110	6,6	96,8
30	110	6,6	96,8
31	90	5,4	79,2

5 BENEFICIOS DEL APROVECHAMIENTO

5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

El impacto económico que podría generar este proyecto en el municipio de Petrer sería muy notable, pues no sólo hablamos de términos monetarios, sino que esta nueva infraestructura moderniza el municipio proporcionando dos redes independientes; una para consumo humano y otra para irrigación.

Se persigue realizar un análisis preliminar del coste que supone actualmente el servicio de riego de zonas verdes del municipio (a partir de la red de agua potable). Para ello, se acude directamente a las tarifas de agua facilitadas por el ayuntamiento (tabla 29). Según estas tablas, el precio del metro cúbico para la tarifa especial (usos Ayto.) sería de 0,59 euros.

Teniendo en cuenta todos los consumos que se han contabilizado en la red, se obtiene un total de **53.838 m³** al año, el cual distribuyéndolo en meses y aplicando la tarifa correspondiente (especial Ayto.), se obtiene un gasto total de **31.764,42 € por año**. La red proyectada en este documento, necesita de una inversión mínima en costes de instalación e infraestructura, y un coste cero en cuanto al servicio de abastecimiento se refiere, pues el agua que brota del acuífero no necesita de tratamiento alguno para su utilización.

Por tanto, este análisis preliminar, muestra que el aprovechamiento aportaría grandes ahorros económicos anuales. Además, no se utilizaría como actualmente se riega con agua tratada, ahorrándose los correspondientes costes de potabilización, así como los gastos energéticos asociados a la presurización y distribución.

Tabla 29. Tablas tarifas Ayto. y particulares

TARIFA ESPECIAL (AYUNTAMIENTO)		CLIENTES DOMÉSTICOS	
De 0 a 4 m ³ al mes	0,01 €/m ³	De 0 a 12 m ³ al trimestre	0,02 €/m ³
De 5 a 12 m ³ al mes	0,08 €/m ³	De 13 a 36 m ³ al trimestre	0,22 €/m ³
De 13 m ³ al mes en adelante	0,59 €/m ³	De 37 m ³ al trimestre en adelante	1,22 €/m ³

En el documento *Presupuesto*, se calculará el coste total de la infraestructura, para valorarlo y compararlo con el coste actual del servicio. Sin embargo, la inversión a realizar, que se detalla en el *Presupuesto*, tendrá previsiblemente una rápida amortización.

5.2 ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

Una vez analizada en profundidad la situación en la que se encuentra actualmente el sistema de riego del municipio de Petrer y planteada la propuesta de la nueva infraestructura de riego independiente que concierna a este proyecto, varios son los aspectos medioambientales que se pueden valorar en este apartado. Se pretende comprobar la validez del agua para el uso de irrigación, evaluando para ello diferentes parámetros que permitan tomar decisiones.

Primeramente, como se ha comentado con anterioridad, la actual red de abastecimiento de agua potable, está abasteciendo las distintas zonas verdes con agua que está clorada y que presenta valores en algunos parámetros que se podrían considerar como peligrosos para algún tipo de cultivo. Seguidamente, se muestra una analítica realizada a un punto cualquiera de la zona Sur de la red de agua potable, en la que se muestra en la *Figura 40*, un análisis de los parámetros como el color, la turbidez, cloración, etc.



Informe de análisis

* Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC.

DATOS GENERALES	
INFORME Nº:	1796706
ANÁLISIS Nº:	2912158
MUESTRA REMITIDA POR:	A.M.A.E.M. (PETRER-AGUAS POTABLES)
DOMICILIO:	C/ ALONA, 31
POBLACION:	03007-ALICANTE
DENOMINACIÓN MUESTRA:	Red Petrer Sur
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	Plástico de 500 mL(1), Plástico estéril 500 mL (Tiosulf. Sódico)(1), conteniendo agua potable
FECHA RECEPCIÓN:	12/04/2016
FECHA FINALIZACIÓN Y EMISIÓN:	13/04/2016

Análisis realizado por INTERLAB Alicante. Acreditado por ENAC nº 1190/LE2332; C/ Dracma,16-18- Pol. Ind. Las Atalayas 03114 ALICANTE - Tel. 965 10 60 70 - Fax 965 10 60 80:
Fecha inicio análisis 12/04/2016.

PARÁMETROS	MÉTODOS	RD 140/2003	RESULTADOS	UNIDADES
Caracteres organolépticos				
Color	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	15	< 1.0 ±15%	mg/L Pt/Co
* Olor	A-A-PE-0014 Olor	3 a 25°C	1	Ind. de dil.
* Sabor	A-A-PE-0015 Sabor	3 a 25 °C	1	Ind. de dil.
Turbidez	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	5	< 0.20 ±19 %	UNF
Caracteres Físico-Químicos				
Amonio	A-C-PE-0012 Espectrofotometría absorción	0.5	< 0.10 ±15%	mg/L
Cloro residual libre	A-C-PE-0018-1 Espectrofotometría absorción	1.0	0.84 ±17%	mg/L
Conductividad a 20°C	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	2500	1234 ±12 %	µS/cm
pH	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	6.5-9.5	7.9 ±0.1	U. pH.
Caracteres microbiológicos				
Bacterias coliformes	A-E-PE-0061. Aislamiento en cultivo	0	0	u.f.c./100 mL
<i>Escherichia coli</i>	A-E-PE-0061. Aislamiento en cultivo	0	0	u.f.c./100 mL

Figura 40. Analítica red agua potable

Con objeto de comparar los dos tipos de agua, se muestra ahora una segunda analítica, esta vez del agua que brota de la mina de Puça.



* Los ensayos marcados no están amparados por la acreditación de ENAC.

DATOS GENERALES
INFORME N°: 1194593
ANÁLISIS N°: 1914062
MUESTRA REMITIDA POR: A.M.A.E.M. (PETRER- AGUAS POTABLES)
DOMICILIO: C/ ALONA, 31
POBLACION: 03007-ALICANTE
DENOMINACIÓN MUESTRA: YACIMIENTO LA MINA
DESCRIPCIÓN MUESTRA: Envase de plástico de 500 mL(1),conteniendo agua potable
FECHA RECEPCIÓN: 27/03/2013
FECHA FINALIZACIÓN Y EMISIÓN: 27/03/2013

Análisis realizado por LABAQUA Alicante, acreditado por ENAC n° 109/285; C/ Dracma,16-18- Pol. Ind. Las Atalayas 03114 ALICANTE - Tel. 965 10 60 70 - Fax 965 10 60 80:
Fecha inicio análisis 27/03/2013.

PARÁMETROS	MÉTODOS	RESULTADOS	UNIDADES
Caracteres organolépticos			
Color	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	1.6 ±18%	mg/L Pt/Co
* Olor	A-A-PE-0014 Dilución	1	Ind. de dil.
* Sabor	A-A-PE-0015 Dilución	1	Ind. de dil.
Turbidez	A-A-PE-0021 Nefelometría	19.5 ±9%	UNF
Caracteres Físico-Químicos			
Amonio	A-C-PE-0012 Espectrofotometría absorción	< 0.10 ±15%	mg/L
Cloro residual libre	A-C-PE-0018 Espectrofotometría absorción	< 0.05 ±17%	mg/L
Conductividad a 20°C	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	701 ±12%	µS/cm
pH	A-A-PE-0032 Sonda Multiparamétrica	8.2 ±0.1	U. pH.

Figura 41. Analítica Agua recuperada

Es necesario centrarse en los valores destacados, pues en ellos radica la principal diferencia entre un agua y otra. Se procede a estudiar estos parámetros y compararlos por separado.

Tabla 30. Resumen parámetros agua

PARÁMETRO	AGUA POTABLE	AGUA RECUPERADA
Turbidez (NTU)	0,20	19,5
Cloro (mg/l)	0,84	0,05
Conductividad (µS/cm)	1.234	701
pH (U. pH)	7,9	8,2

Como era de prever, la gran diferencia entre las dos aguas reside en la turbidez y el cloro residual, pues el agua de la Mina no ha sufrido tratamiento alguno de limpieza y cloración.

Con objeto de evaluar el agua recuperada para el uso de irrigación, se comprobará si está dentro de los límites marcados para cada parámetro según la empresa *Lenntech*, uno de los mayores proveedores europeos de soluciones integradas para el tratamiento de aguas.

Tabla 31. Control del agua para riego de la Mina

PARÁMETRO	Importancia para el riego	Valores Mina
Turbidez (NTU)	<p>- La existencia de partículas puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relacionarse con la contaminación microbiana. • Interferir con la desinfección • Obstruir los sistemas de riego • Depositar sedimentos <p>- Turbidez entre 1- 30 NTU</p>	<p>19,5</p> <p>El valor de turbidez se encuentra dentro del rango aceptable.</p>
Cloro (mg/l)	<p>Recomendado para prevenir el crecimiento bacteriano, pero la concentración excesiva de cloro libre (>0,05 mg/l) puede dañar algunos cultivos vulnerables.</p>	<p>0,05</p> <p>Previsiblemente, incluso los cultivos más vulnerables, no sufrirán daños por el efecto de este parámetro.</p>
Conductividad (µS/cm)	<p>Se valora la conductividad, en relación con su riesgo de salinidad, como consecuencia del contenido iónico de la disolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 780 µS/cm---riesgo Bajo • 780-1560 µS/cm---riesgo Medio • 1560-3120µS/cm---riesgo Alto • 3120 µS/cm---riesgo Muy Alto 	<p>701</p> <p>Se sitúa en el rango de mínimo riesgo, con lo que no habrá probabilidad de problemas de salinidad.</p>
pH (U. pH)	<p>Tendremos en cuenta que, en una escala del 0-14, el 7 representa un valor neutro. Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valores inferiores a 6.5 representan el valor ácido • Valores por encima de 7,5 serán alcalinos 	<p>8,2</p> <p>Se sitúa algo por encima del rango determinado como normal, pero no llega a tener los valores superiores a 10 que tienen las aguas duras y que pueden modificar el pH del suelo.</p>

5.3 OTROS USOS

Llenado de inodoros

Este apartado, pretende cargar inodoros en las zonas denominadas como Jardines Polideportivo y San Jerónimo, zonas deportivas en las que existen un buen número de inodoros que podrían llenarse con esta red en situaciones de corte de agua de la red potable o incluso para uso diario. Para llevar a cabo esta acción, se debe simular en el programa la demanda que requieren el conjunto de estos inodoros, obteniendo el caudal en l/s, según dicta el código Técnico de la Edificación en la siguiente expresión:

$$\text{Para } Q_t \leq 20 \text{ l/s} \quad \Rightarrow \quad \left\{ \begin{array}{ll} Q_t \leq 1,5 \text{ l/s} & \Rightarrow Q_c = Q_t \text{ No simultaneidad} \\ Q_t > 1,5 \text{ l/s} & \Rightarrow Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41 \text{ (l/s)} \end{array} \right\}$$

- **Zona Jardines polideportivo (Pabellón Gedeón e Isaías Guardiola)**

La instalación cuenta con 20 inodoros, con un caudal instalado por inodoro de 0.1 l/s según el Código Técnico de la Edificio (documento Básico Salubridad, HS4), por tanto, haciendo uso de las ecuaciones propuestas por la UNE 149201 (Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios) para EDIFICIOS DE ESCUELAS, POLIDEPORTIVOS, y para un caudal total instalado (solo para los inodoros) de 2 l/s, se estima un caudal de cálculo Q_c para la instalación de 1.9 l/s.

Para simular esta situación, con la opción categoría de demanda que proporciona Epanet, se introducirá la demanda de irrigación del polideportivo con su patrón y la de los inodoros con otro patrón que funcione a todas horas. De este modo, simulando con estas premisas, se obtienen resultados positivos para esta aplicación sin necesidad de cambiar el diámetro de la conducción que llega al Polideportivo, ya que la presión mínima cuando solicita todo el caudal en hora punta de consumo es de 31,57 mca (*Figura 42*), muy por encima de los 10 mca, por debajo de los cuales las presiones empiezan a ser problemáticas.

Tabla 32. Evolución temporal del Nudo 11

Tiempo	Demanda	Altura	Presión
Horas	l/s	mca	mca
6:00	1,90	478,24	41,24
6:30	1,90	478,24	41,24
7:00	1,90	478,24	41,24
7:30	1,90	478,24	41,24
8:00	1,90	475,27	38,27
8:30	4,06	468,59	31,59

Tiempo	Demanda	Altura	Presión
Horas	l/s	mca	mca
9:00	4,06	468,57	31,57
9:30	4,06	472,77	35,77
10:00	4,06	472,77	35,77
10:30	1,90	482,09	45,09
11:00	1,90	483,37	46,37

El volumen por cada descarga es de 8 litros. Estimando un número de descargas al día de 150, el volumen consumido al mes sería de 1.200 l/día y de 403,2 m³/año, con lo que el ahorro económico aplicando las tarifas planteadas en la *Tabla 29*, sería de **237,88 € al año**.

- **Zona San Jerónimo (Polideportivo)**

Esta instalación cuenta con 15 inodoros, con un caudal instalado por inodoro de 0.1 l/s según el Código Técnico de la Edificio (documento Básico Salubridad, HS4), por tanto, haciendo de nuevo uso de la ecuaciones anteriores propuestas por la UNE 149201 (Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios) para EDIFICIOS DE ESCUELAS, POLIDEPORTIVOS, y para un caudal total instalado (solo para los inodoros) de 1.5 l/s, se estima un caudal de cálculo $Q_c=Q_t$, es decir, de 1.5 l/s.

Introduciendo los caudales como en el ejemplo anterior y simulando la red, esta da resultados positivos para esta aplicación sin necesidad de cambiar el diámetro de la conducción que llega a San Jerónimo, ya que la presión mínima cuando solicita todo el caudal en hora punta de consumo es de 50.96 mca (Figura 43).

Tabla 33. Evolución temporal del nudo 18

Tiempo	Demanda	Altura	Presión
Horas	l/s	mca	mca
6:00	1,50	479,04	55,81
6:30	1,50	479,04	55,81
7:00	1,50	479,04	55,81
7:30	1,50	479,04	55,81
8:00	1,50	479,98	56,75
8:30	1,50	479,27	56,04
9:00	1,50	478,57	55,34
9:30	1,57	474,19	50,96
10:00	1,57	474,19	50,96
10:30	1,57	475,63	52,40
11:00	1,50	483,07	59,84

El volumen por cada descarga es de 8 litros. Estimando un número de descargas al día de 100, el volumen consumido al mes sería de 800 l/día y de 268,8 m³/año, con lo que el ahorro económico sería de **158,59 € al año**.

Sumando las dos cantidades ahorradas, tendríamos un ahorro total de si se quisiera poner en funcionamiento este uso de **396,47 € al año**. Así pues, se concluye que la demanda de los inodoros correspondientes a los polideportivos del municipio, pueden ser abastecidas sin modificación alguna en el tamaño de las tuberías de la red.

La justificación de la viabilidad de este uso en las dos zonas polideportivas, se muestra en la página siguiente con mapas de presiones en las horas de mínima presión de ambos estudios. Se realiza con la hipótesis de que las dos zonas actúan conjuntamente.

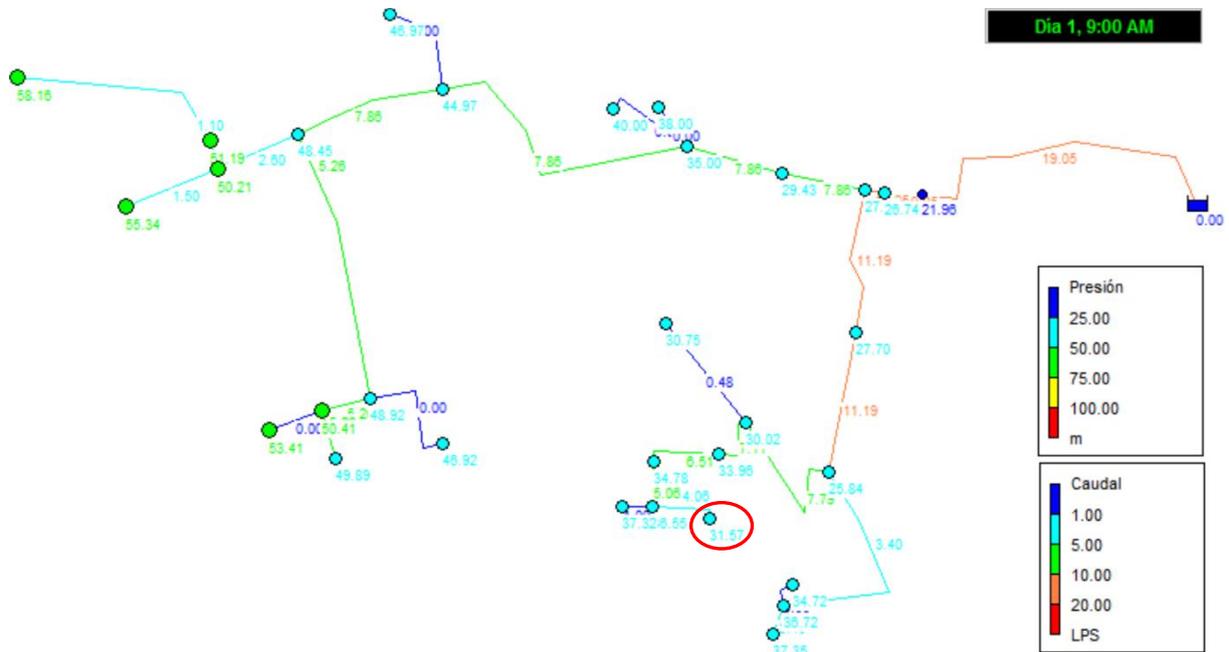


Figura 42. Situación presión mínima para Polideportivo Gedeón e Isaías Guardiola

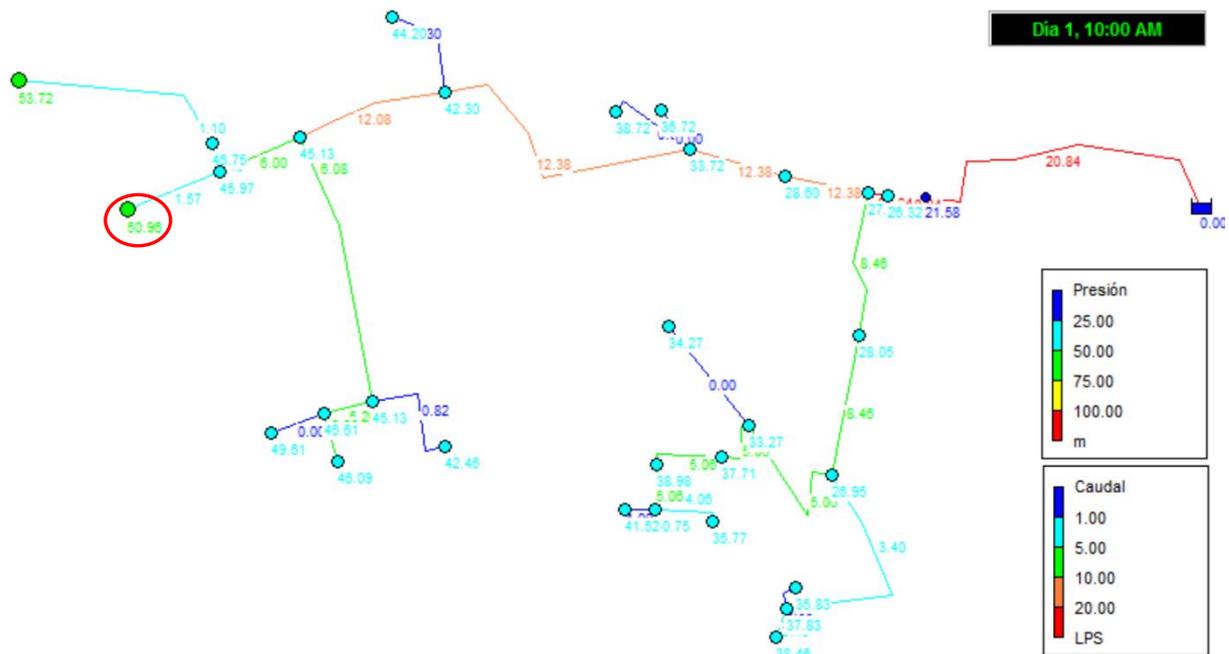


Figura 43. Situación presión mínima zona San Jerónimo

6 EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL

En este apartado, se pretende detallar como si de una Memoria Técnica se tratara, las características, procedimientos, normativa que tiene que cumplir la ejecución de la obra para construir la infraestructura.

Demoliciones y movimiento de tierras

Comenzaremos las actuaciones con el vallado y protección de las calles pertinentes, delimitando los accesos a la obra al personal de la misma y protegiendo con pasarelas de seguridad los accesos a las viviendas. Se procederá al levantado del ámbito necesario para las actuaciones que se proyectan, mediante la utilización de martillos hidráulicos manuales y una retroexcavadora con pala cargadora. Se utilizará la cortadora de asfalto manual para el corte de las zonas que sean necesarias, con extracción de escombros y carga directamente sobre *dumper* para su posterior transporte a vertedero. Posteriormente se procederá a la excavación de las zanjas correspondientes, con dimensiones según *Plano número 4*.

Canalización

Una vez rasanteado el fondo de la zanja se procede a la colocación de la canalización a base de Tubos de Polietileno Pe 100 – *Flexipol* del diámetro delimitado en cada zona con unión elástica y enchufe de campana asentados sobre una cama con medidas según *Plano número 4*. Posteriormente se rellenará con zahorra artificial por encima de la generatriz superior del tubo. Así mismo se realizarán los pozos de registro y acometidas de acuerdo con los detalles constructivos del excelentísimo Ayto. de Petrer.

Rellenos

Se rellenarán las zanjas con arena y zahorras artificiales, en dos tongadas con dimensiones según *Plano número 4* y se compactará mediante un rodillo manual en capas, consiguiendo con el regado una compactación del 95% del P.M., que será comprobado mediante los ensayos de control de calidad. Sobre la base de zahorra se acabará la zanja con una solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, sobre la que posteriormente se pavimentará con aglomerado asfáltico en caliente o se reconstruirá la acera, dependiendo de la zona de actuación.

Control de calidad

Se realizarán ensayos de compactación de tierras e idoneidad de las mismas en todas las zanjas y base del pavimento y aceras.

Seguridad y Salud

Se estará a lo dispuesto en el Estudio de Seguridad correspondiente.

6.1 REHABILITACIÓN DE LA BALSA E INSTALACIÓN DE ARQUETAS

Como se ha comentado anteriormente, se va a realizar una rehabilitación de la balsa realizando:

- Limpieza manual de toda la superficie y vallado del perímetro. La superficie de la balsa es de aproximadamente 25,9 x 25,1 m (ver *Plano número 5*).
- Renovación integral de las tuberías (alimentación, desagüe, y salida).
- Instalación en arqueta de válvulas y contador de agua (ver *Plano número 2*).
- Sustitución de la tela impermeable de la balsa.
- Conexión de 40 m aprox. de tubo de fundición de 200 mm, desde la conducción que llega desde *la Mina* y finaliza en el antiguo depósito de *Cuatro vientos*. Esta conexión se realiza con un TE que conectará ambas conducciones (ver *Plano número 1*).

En el *Presupuesto* del proyecto se estima el coste aproximado de las tareas anteriores.

Se incorporarán arquetas donde se ubiquen las válvulas de regulación, en las derivaciones de la red, y también en el resto de elementos de control y medición de caudales (ver *Plano número 3*). Los contadores serán el instrumento que sirva para detectar posibles fugas en la red.

6.2 FUTURAS MEJORAS

La red proyectada, será de gran utilidad para el municipio, y dará servicio durante muchos años. Por ello, se valoran diferentes mejoras para ésta infraestructura con inversiones muy productivas.

El principal objetivo de instalar una válvula de mariposa en la conducción de salida de la balsa, es telemendarla, haciendo mucho más sencillo el trabajo de distribución de caudal y cortes de agua. Este sistema reporta grandes ventajas, pues con la ayuda del contador, es capaz de detectar consumos anómalos y cortar el suministro rápidamente en caso de roturas y en cualquier instante.

Por otro lado, con pretensión de aprovechar el agua sobrante y no descargarla a la *Rambla de Puça*, se plantea la posibilidad de utilizar este afloramiento como un posible suministro de agua para consumo humano, realizando los trámites pertinentes de registro en la *Confederación Hidrográfica del Júcar*. Se podría llevar a cabo simplemente instalando una válvula reguladora en la entrada de la antigua conducción de 200 mm de fundición, que alcanza actualmente el depósito nuevo de *Cuatro Vientos*, donde se realiza la potabilización del agua.

7 CONCLUSIONES

Con el presente trabajo de fin de grado, se ha conseguido aprovechar un agua natural que brota de la mina de Puça de Petrer para utilizarla para el riego de las zonas verdes que existen en el municipio con un coste cero de servicio. Para llevarlo a cabo, se han reutilizado antiguos canales y canalizaciones de la asociación de regantes del municipio, se ha realizado una rehabilitación del sistema de captación y almacenamiento (*Bassa dels Regants*), y desde dicho punto, se ha diseñado una infraestructura completamente nueva que permitirá a la población disponer de dos redes independientes; una de consumo humano y otra de irrigación, cuyo trazado ha sido optimizado al máximo. Esta red, ha sido dimensionada con el estudio y análisis de los consumos de cada una de las zonas verdes y las demandas futuras que este ambicioso proyecto pretende abastecer.

Una vez modelada, se ha comprobado su funcionamiento y respuesta ante las demandas base de los nudos, analizando presiones en los nudos, velocidad del fluido y pérdidas de carga. En consecuencia, para obtener valores adecuados de estos tres parámetros, se realizó una modificación en el dimensionado de algunas tuberías, aumentando su diámetro.

Asimismo, también ha sido puesta a prueba la red en situaciones de emergencia, como es la de un incendio, atendiendo a los requerimientos establecidos por la NBE CPI 96. Tras la simulación, se ha concluido que su respuesta no ha sido satisfactoria para la mayoría de las zonas, pero se ha valorado la posibilidad de modificar el dimensionado de algunas de las tuberías de la red, para poder cumplir con esta normativa y dotar así a la red de esta capacidad. De igual forma, también se ha analizado la posibilidad del llenado de los inodoros de las zonas deportivas, siguiendo la normativa y ecuaciones expuestas en el Código Técnico de la Edificio (documento Básico Salubridad, HS4), obteniendo una respuesta positiva en las zonas de San Jerónimo y del pabellón Gedeón e Isaías Guardiola sin modificar el dimensionado estándar de la red.

Por último, se ha valorado el impacto económico y medioambiental que esta infraestructura supone para el municipio, pues el riego actual, realizado con la red de abastecimiento de agua potable, supone un coste adicional de tratamientos de desbaste, filtración, cloración, etc. a los que el agua recuperada no tendría que someterse, ya que en su analítica de calidad ha presentado unos parámetros muy satisfactorios para su uso en irrigación.

En definitiva, la red que aquí se proyecta, no solo supondrá un ahorro económico y medioambiental para la población, sino que modernizará el sistema de riego, con una red propia que pretende abarcar en un futuro el 90% del riego municipal a coste cero.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RECURSOS EN LÍNEA

- Colaboradores de Wikipedia. [Petrer]. Wikipedia, la enciclopedia libre, 2016 [fecha de consulta: 9 de mayo de 2016]. Disponible en <[https://es.wikipedia.org/wiki/Petrel_\(Alicante\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Petrel_(Alicante))>
- Home ayuntamiento de Petrer. [fecha de consulta: 12 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://www.petrer.es/cas/home.html>>
- Google (2016). Foto de satélite de Petrer. Disponible en <<http://www.google.com/earth/>>
- Manual del usuario de EPANET 2.0 desarrollado por la Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en <<http://www.instagua.upv.es/Epanet/descargas/ManualEPANETv2E.pdf>>
- Video cómo insertar fondo de pantalla en Epanet [fecha de consulta: 12 de mayo de 2016]. Disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=aV3f5mPUtCE>>
- Soriano Javier. EPANET.info (Implementación de depósitos en modelos de redes de abastecimiento, 2013), [fecha de consulta: 16 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://EPANET.info/depositos-modelos-redes-abastecimiento/>>
- Agua Potable [fecha de consulta: 20 de mayo de 2016]. Disponible en <http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm>
- Lenntech [fecha de consulta: 4 de junio de 2016]. Disponible en <<http://www.lenntech.es/>>
- Uralita (Sistemas de tuberías) [fecha de consulta: 9 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://www.agronoms.cat/media/upload/editora_24/Cavitacion%20espa%C3%B1ol%20editora_241_90.pdf>

OTROS RECURSOS

- Apuntes Mecánica de fluidos – GITI – UPV (2014) [pérdidas de carga].
- Tarifa de precios Tubos de polietileno: Masa 2012.
- Datos consumos parques y jardines (oficina técnica ayto. de Petrer, 2016)
- Abastecimiento actual y tarifas, información dada por AMAEM, 2016.
- NORMATIVAS:
 - Situación Incendio: NBE CPI 96
 - Código Técnico de la Edificación (documento Básico Salubridad, HS4).



ANEXOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. CÁLCULO DEMANDAS BASE

A. DEMANDA BASE PUNTOS DE CONSUMO

ANEXO 2. CÁLCULO DE NRN

A. OBTENCIÓN DEL NRN DE CADA NUDO DE CONSUMO

B. COMPARATIVA DE LOS CONSUMO TEÓRICOS Y REALES

ANEXO 1. CÁLCULO DEMANDAS BASE

A. DEMANDA BASE PUNTOS DE CONSUMO

En este anexo se expone el procedimiento seguido para obtener las demandas de consumo de cada nudo de la red, así como sus resultados.

Una vez obtenidos los datos de consumo de cada punto, proporcionados por AMAEM, se procede a distribuir dicho consumo entre los meses que se denominarán como verano y aquellos que lo harán como invierno. Tras consultar al ayto. de Petrer, estos proporcionaron la distribución de turnos de riego, presentada en la *Tabla 8. Turnos de riego en cada época del año*, considerando los meses del año del siguiente modo:

Tabla 34. Distribución de meses en dos épocas del año

VERANO	INVIERNO
Mayo	Noviembre
Junio	Diciembre
Julio	Enero
Agosto	Febrero
Septiembre	Marzo
Octubre	Abril

Por otro lado, sabiendo que el consumo se distribuye aproximadamente entre un 70% en los meses denominados como verano y un 30% en los considerados como Invierno, se puede estimar fácilmente cuál es el caudal (m³/día) que recibe cada nudo en un día de máximo consumo de Verano y un día típico de Invierno.

Esto se realiza siguiendo las siguientes fórmulas:

VERANO	INVIERNO
$m^3/año \times 0,7 \div 130 \text{ días}$	$m^3/año \times 0,3 \div 80 \text{ días}$

Contabilizando 6 meses de verano con 5 días de riego a la semana, se distribuye el consumo entre 130 días aproximadamente y para el caso de invierno, con 3 días de riego a la semana se repartirá entre 80 días.

Seguidamente dividiendo este consumo entre 1.000, se obtiene expresado en l/día, lo que dará una idea más clara de dónde se producen consumos mayores y en qué zonas la red se encontrará con una carga hidráulica mayor:

Tabla 35. Obtención del caudal en (m3/día)

ID NUDO	DENOMINACIÓN	Consumo	Distribución aprox.		Día	Día
		Anual	Verano	Invierno	verano	invierno
		m3/año	70%	30%	m3/día	m3/día
1	Plaça Baix	25	17,5	7,5	0,13	0,09
2	Plaça Derrocat	632	442,4	189,6	3,40	2,37
3	Pablo Iglesias	55	38,5	16,5	0,30	0,21
4	Explanada	1.250	875	375	6,73	4,69
5	Nou d'Octubre	11.695	8.186,5	3.508,5	62,97	43,86
6	Paseo Bassa Perico	4.544	3.180,8	1.363,2	24,47	17,04
7	Plaza San Crispin	203	142,1	60,9	1,09	0,76
8	Plaza España	482	337,4	144,6	2,60	1,81
9	Jardines Polideportivo	4.232	2.962,4	1.269,6	22,79	15,87
10	Parque Hipólito	1.453	1.017,1	435,9	7,82	5,45
11	Parque Rojo	598	418,6	179,4	3,22	2,24
12	Pinada	10.012	7.008,4	3.003,6	53,91	37,55
13	Paseo la Canal (rambla)	1.472	1.030,4	441,6	7,93	5,52
14	Cementerio	302	211,4	90,6	1,63	1,13
15	Avenida Infanta Cristina	3.343	2.340,1	1.002,9	18,00	12,54
16	San Jerónimo	70	49	21	0,38	0,26
17	El Campet	8.800	6.160	2.640	47,38	33,00
18	Jardín Jaime I	823	576,1	246,9	4,43	3,09
19	Chimeneas	3.847	2.692,9	1.154,1	20,71	14,43
	TOTAL	53.838	37.686,6	16.151,4	289,90	201,89

Como era de prever, los mayores consumos se obtienen un día de verano de máxima demanda. Por tanto, es con estos valores con los que se calculará la demanda base en (l/s) de cada punto de consumo, para lo que necesitaremos apoyarnos de nuevo en la *Tabla 8*. Turnos de riego en cada época del año, esta vez para sacar la duración del riego en cada punto en horas y así poder obtener el caudal objeto, aplicando la siguiente fórmula:

$$(l/día) \div 3600 \div n \text{ horas}$$

Tabla 36. Conclusión de resultados de la demanda base

ID NUDO	VERANO	INVIERNO	Tiempo	q
	l/día	l/día	h	l/s
Plaça Baix	134,62	93,75	1,00	0,04
Plaça Derrocat	3.403,08	2.370,00	1,00	0,95
Pablo Iglesias	296,15	206,25	1,00	0,08
Explanada	6.730,77	4.687,50	2,00	0,93
Nou d'Octubre	62.973,08	43.856,25	2,50	7,00
Paseo Bassa Perico	24.467,69	17.040,00	2,00	3,40
Plaza San Crispin	1.093,08	761,25	1,50	0,20
Plaza España	2.595,38	1.807,50	1,50	0,48
Jardines Polideportivo	22.787,69	15.870,00	2,00	3,16
Parque Hipólito	7.823,85	5.448,75	1,50	1,45
Parque Rojo	3.220,00	2.242,50	1,50	0,60
Pinada	53.910,77	37.545,00	2,50	5,99
Paseo la Canal (rambla)	7.926,15	5.520,00	2,00	1,10
Cementerio	1.626,15	1.132,50	1,50	0,30
Avenida Infanta Cristina	18.000,77	12.536,25	1,50	3,33
San Jerónimo	376,92	262,50	1,50	0,07
El Campet	47.384,62	33.000,00	2,50	5,26
Jardín Jaime I	4.431,54	3.086,25	1,50	0,82
Chimeneas	20.714,62	14.426,25	2,00	2,88

ANEXO 2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

En este anexo se va a calcular las necesidades de riego teóricas que marcarán una guía para evaluar si el riego aplicado en cada uno de ellos se está realizando de una forma óptima, es decir, si los consumos son adecuados, insuficientes o están sobredimensionados.

A. OBTENCIÓN DEL NRN DE CADA NUDO DE CONSUMO

Metodología a seguir

Para realizar el Cálculo de Necesidades de Riego se ha utilizado la metodología más extendida, sencilla y accesible. Se trata del método propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que tiene su base en la *publicación Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.

El procedimiento propuesto, en síntesis, estima las necesidades hídricas a partir de:

- Las variables climatológicas que determinan la demanda evaporativa o evapotranspiración de referencia (ET_o).
- Un factor ligado al cultivo, denominado coeficiente del cultivo (K_c).

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo típico de campo del pasto de referencia, el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo. En consecuencia, distintos cultivos poseerán distintos valores de coeficiente del cultivo.

De esta forma, las necesidades hídricas o evapotranspiración del cultivo (ET_c) se calcularán como:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Consideraremos ajena la aportación que pueda tener la lluvia, pues vamos a analizar la situación en épocas del año en las que la cantidad de precipitaciones son despreciables. Así pues, las necesidades de Riego Netas quedarán como:

$$NRN = ET_c = ET_o \times K_c$$

La ET_o se obtiene partir de la información proporcionada por las estaciones meteorológicas integradas en la Red SIAR, que en nuestro caso será la situada en la localidad de Monforte del Cid, a unos 20 km del municipio de Petrer. También se aplicará un coeficiente de cultivo (K_c) para cada tipo de planta, referido dicho coeficiente al cultivo de referencia que es el césped con K_c=1.

Los demás tipos de cultivo serán obtenidos de la guía proporcionada por la FAO, donde se han encontrado los siguientes valores:

Tabla 37. Valores de Kc utilizados en el proyecto

Tipo de Planta	Coefficiente de cultivo (Kc)
Césped	1
Árboles	0,7
Arbustos	0,3

Cálculo de la ETo

Los cálculos se realizarán para la situación más desfavorable, luego buscaremos cuál ha sido la ETo máxima a lo largo del año en la estación meteorológica de Monforte.

Tabla 38. Evapotranspiración de referencia (ETo) en el mes de Julio de 2015



La máxima Eto, la encontramos en el mes de Julio de 2015, concretamente el 27 de Julio de 2015, donde se registró un valor de 7,72 mm/día. Luego este será el valor con el que se van a realizar los cálculos con las expresiones planteadas anteriormente.

Esta ETo, será aumentada un 5% en concepto de eficiencia de riego, para ajustarnos más a la realidad. Por tanto, la ETo queda:

$$7,72 \times 100/95 = 8,1 \approx 8 \text{ mm/día}$$

Por último, se procede a calcular las necesidades de riego de cada zona verde que se ha analizado en este proyecto. Los datos en cuanto a superficie de riego de cada cultivo y las unidades que componen cada parque y cada jardín han sido obtenidos del Inventario realizado por Audeca, una empresa filial del Grupo Elecnor, especializada en obras y servicios ambientales y en el mantenimiento integral de infraestructuras. Esta empresa se encarga del mantenimiento y asesoramiento de los temas que conciernen a los puntos verdes del municipio.

Necesidades de Riego diarias para cada jardín

Para estimar las necesidades de riego de cada zona verde municipal se multiplica cada NRN (l/m²día) por la superficie que ocupa cada tipo de planta, considerando que cada unidad de árbol y arbusto ocupan 1m², luego los m² de árbol y arbusto en las tablas representarán la cantidad existente.

$$\text{NRN cada punto} = \text{ETo} \times \text{Kc} \times \text{Superficie}$$

Aplicando esta fórmula, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 39. Necesidades de riego de cada jardín para el día de mayor consumo, expresadas en l/día

Explanada				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	40	8	0,7	224
arbusto	219	8	0,3	525,6
césped	700	8	1	5600
TOTAL				6.349,6

Nou d'Octubre				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	254	8	0,7	1422,4
arbusto	406	8	0,3	974,4
césped	7200	8	1	57600
TOTAL				59.996,8

Plaça Baix				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	13	8	0,7	72,8
arbusto	0	8	0,3	0
césped	8	8	1	64
TOTAL				136,8

Plaça Derrocat				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	22	8	0,7	123,2
arbusto	8	8	0,3	19,2
césped	405	8	1	3240
TOTAL				3.382,4

Pinada				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	187	8	0,7	1047,2
arbusto	457	8	0,3	1096,8
césped	7000	8	1	56000
TOTAL				58.144

Paseo Bassa Perico				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	14	8	0,7	78,4
arbusto	56	8	0,3	134,4
césped	3200	8	1	25600
TOTAL				25.812,8

Plaza San Crispin				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	12	8	0,7	67,2
arbusto	19	8	0,3	45,6
césped	100	8	1	800
TOTAL				912,8

Plaza España				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	17	8	0,7	95,2
arbusto	16	8	0,3	38,4
césped	325	8	1	2600
TOTAL				2.733,6

Jardines Polideportivo				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	122	8	0,7	683,2
arbusto	286	8	0,3	686,4
césped	3000	8	1	24000
TOTAL				25.369,6

Parque Hipólito				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	102	8	0,7	571,2
arbusto	270	8	0,3	648
césped	950	8	1	7600
TOTAL				8.819,2

Parque Rojo				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	18	8	0,7	100,8
arbusto	0	8	0,3	0
césped	420	8	1	3360
TOTAL				3.460,8

Paseo la Canal (rambla)				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	340	8	0,7	1904
arbusto	468	8	0,3	1123,2
césped	480	8	1	3840
TOTAL				6.867,2

Jardín Jaime I				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	19	8	0,7	106,4
arbusto	0	8	0,3	0
césped	610	8	1	4880
TOTAL				4.986,4

Cementerio				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	87	8	0,7	487,2
arbusto	357	8	0,3	856,8
césped	0	8	1	0
TOTAL				1.344



Avenida Infanta Cristina				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	48	8	0,7	268,8
arbusto	197	8	0,3	472,8
césped	2500	8	1	20000
TOTAL				20.741,6

San Jerónimo				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (l/día)
árbol	17	8	0,7	95,2
arbusto	70	8	0,3	168
césped	0	8	1	0
TOTAL				263,2

El Campet				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (L/día)
árbol	204	8	0,7	1142,4
arbusto	184	8	0,3	441,6
césped	5253	8	1	42024
TOTAL				43.608

Chimeneas				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (L/día)
árbol	61	8	0,7	341,6
arbusto	233	8	0,3	559,2
césped	2394	8	1	19152
TOTAL				20.052,8

Pablo Iglesias				
cultivo	m2	ETo (l/m2 día)	kc	NRN (L/día)
árbol	6	8	0,7	33,6
arbusto	4	8	0,3	9,6
césped	20	8	1	160
TOTAL				203,2

B. COMPARATIVA DE LOS CONSUMOS TEÓRICOS Y REALES

En este apartado se analizarán los resultados obtenidos de NRN (l/día) en las tablas del apartado A con los datos obtenidos en la *Tabla 35*, para detectar posibles anomalías, malas distribuciones de los recursos hídricos, consumos demasiado elevados, etc.

Tabla 40. Comparativa resultados reales y teóricos de NRN (l/día)

ID	NUDO	Volumen teórico (l/día)	Volumen real (l/día)	Diferencia (l/día)	Diferencia (%)
1	Plaça Baix	136,8	134,6	-2,2	-1,6%
2	Plaça Derrocat	3.382,4	3.403,1	20,7	0,6%
3	Pablo Iglesias	203,2	296,2	93,0	31,4%
4	Explanada	6.349,6	6.730,8	381,2	5,7%
5	Nou d'Octubre	59.996,8	62.973,1	2.976,3	4,7%
6	Paseo Bassa Perico	25.812,8	24.467,7	-1345,1	-5,5%
7	Plaza San Crispin	912,8	1.093,1	180,3	16,5%
8	Plaza España	2.733,6	2.595,4	-138,2	-5,3%
9	Jardines Polideportivo	25.369,6	22.787,7	-2.581,9	-11,3%
10	Parque Hipólito	8.819,2	7.823,8	-995,4	-12,7%
11	Parque Rojo	3.460,8	3.220,0	-240,8	-7,5%
12	Pinada	58.144	53.910,8	-4.233,2	-7,9%
13	Paseo la Canal (rambla)	6.867,2	7.926,2	1.059,0	13,4%
14	Cementerio	1.344	1.626,2	282,2	17,4%
15	Avenida Infanta Cristina	20.741,6	18.000,8	-2.740,8	-15,2%
16	San Jerónimo	263,2	376,9	113,7	30,2%
17	El Campet	43.608	47.384,6	3.776,6	8,0%
18	Jardín Jaime I	4.986,4	4.431,5	-554,9	-12,5%
19	Chimeneas	20.052,8	20.714,6	661,8	3,2%
	TOTAL	293.184,8	289.896,9	-3.287,9	2,7%

Primeramente, sorprende el dato del TOTAL de l/día, pues que la diferencia sea negativa significa que en líneas generales se está regando con una cantidad menor de agua de la que requieren los cultivos.

Analizando más en profundidad los diferentes datos que nos proporciona esta tabla comparativa, observamos que hay consumos reales bastante por encima de los teóricos (datos marcados en verde), con porcentajes superiores incluso al 30%. Estas zonas tienen varios denominadores comunes, pues son zonas con los consumos más bajos, con un tipo de riego por goteo, con un riego manual y con extensiones bastante pequeñas en comparación a las del resto de puntos.

Por tanto, es lógico prever que son zonas en las que no se ha hecho mucho hincapié en su estudio a la hora de calcular las necesidades de cada una de ellas, pues se están regando de forma excesiva, aunque los consumos son tan bajos en comparación con el resto de zonas que no supone un malgasto excesivo de agua (l/día).

Por otro lado, cabe señalar la situación contraria, es decir, que se esté regando de forma insuficiente algunas zonas (datos marcados en rojo). De nuevo nos encontramos con zonas muy similares en cuanto a parámetros se refiere, pues estas tienen una extensión media, tienen un riego automático por aspersión en prácticamente toda su superficie de riego y la mayoría de dicha superficie es césped. Luego, esto nos hace pensar que, en el cultivo tipo césped, no está bien estudiada cuál es su necesidad real de riego, pues estos valores alcanzan déficits porcentuales de incluso el 15%. Hay que resaltar que este déficit es más importante que el exceso de los consumos de los puntos señalados anteriormente en verde, pues en puntos como la *Avda. Infanta Cristina* se deberían inyectar 2740,8 litros más, cantidad bastante reseñable.

Por último, se procede a analizar los tres corazones verdes del municipio, la *Pinada*, el Parque *Nou d' Octubre* y el parque del *Campet*. Estos son los que mayor consumo anual tienen, reflejando un 56% del volumen en anual para el que ha sido diseñada la red. Por ello, es importante que estos puntos nos den comparativas positivas de este estudio.

A continuación, se presenta una comparativa de los 3 puntos:

Tabla 41. Comparativa de los tres grandes puntos de consumo

Puntos	Nou d'Octubre	Pinada	El Campet
Volumen (m3/año)	11.695	10.012	8.800
tiempo (h)	2,5	2,5	2,5
q (l/s)	7	5,99	5,26
árbol (m2)	254	187	204
arbusto (m2)	406	457	184
césped (m2)	7.200	7.000	5.253

Observando la *Tabla 40*. Comparativa resultados reales y teóricos de NRN (l/día), los puntos del *Nou d' Octubre* y el *Campet* tienen una diferencia de l/día positiva, lo que significa que se están cubriendo sobradamente las necesidades hídricas teóricas, aunque llegar a porcentajes del 8% en el caso del *Campet*, teniendo en cuenta estos consumos, los litros al día desperdiciados son importantes y se podría realizar una mejor distribución del riego para subsanar varios de estos excesos. Aunque son excesivos, los porcentajes entran dentro de la normalidad, pues si consideramos por ejemplo un 10% de pérdidas, estos valores de consumo estarían dentro del rango aceptable. Por otro lado, el déficit de consumo real en el caso de la *Pinada* es algo más preocupante, pues el déficit que refleja del 7,9 % se traduce en unos 4000 l que no están siendo inyectados a la red.



Esta diferencia, es probable que sea producida porque esta zona de consumo no tiene un contador específico de su zona de riego, teniendo las lecturas del consumo repartidas en varios contadores, a diferencia de los puntos del *Nou d' Octubre* y el *Campet*, donde las lecturas son sacadas directamente de un contador específico de cada una de las zonas.

Con todo lo analizado en este apartado, se puede concluir que los consumos reales son en líneas generales menores que los teóricos, algo atípico en estos estudios y que podría provocar algunos problemas en la infraestructura de riego. Sin embargo, la red ha sido dimensionada para afrontar demandas de caudal superiores, en caso de que hubiera modificaciones en el consumo de alguna de las zonas a raíz de este análisis.



PRESUPUESTO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULOS

Cap1. Rehabilitación Balsa.....	66.546,24 €
Cap2. Demoliciones, recomposiciones y arquetas.....	74.355,89 €
Cap3. Movimiento de tierras.....	59.311,90 €
Cap4. Tuberías, piezas especiales y acometidas.....	72.571,04 €
Cap5. Seguridad y salud.....	1.100,00 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	273.885,07 €
---	---------------------

13 % Gastos Generales	35605,0591 €
-----------------------	---------------------

6% Beneficio Industrial	16433,1042 €
-------------------------	---------------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	325.923,23 €
--	---------------------

21% IVA	68.443,88 €
---------	--------------------

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (PBL)	394.367,11 €
---	---------------------



PRESUPUESTO (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
CAP1	Capítulo		REHABILITACIÓN BALSA			66.546,24
U01030	Partida	M2	PICADO DE ENFOSCADO DE CEMENTO	854,090	7,42	6.337,35
			Picado de enfoscado de cemento en paramentos verticales, con martillo compresor eléctrico, incluso retirada de escombros a pie de carga.			
Q002	Maquinaria	H	Martillo eléctrico	0,350	4,35	1,52
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,450	12,15	5,47
%		%	Medios auxiliares	3,000	6,99	0,21
			Total Partida.....	854,090	7,42	6.337,35
U01035	Partida	M2	DEMOLICIÓN DE APLACADOS DE LOSAS	102,000	7,35	749,70
			Demolición de aplacados de losas de piedra natural ó artificial recibidas con pegamento o con escayola, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero.			
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,570	12,15	6,93
%		%	Medios auxiliares	3,000	6,93	0,21
			Total Partida.....	102,000	7,35	749,70
U01033	Partida	M2	PREPARACIÓN Y LIMPIEZA	854,090	3,92	3.348,03
			Preparación y limpieza en paramentos horizontales/verticales, para posterior revestimiento por medios manuales, incluso retirada de escombros a pie de carga.			
O006	Mano de obra	H	Ayudante	0,100	12,70	1,27
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,200	12,15	2,43
%		%	Medios auxiliares	3,000	3,70	0,11
			Total Partida.....	854,090	3,92	3.348,03
U13026	Partida	M2	ENFOSCADO, MAESTREADO Y FRATASADO	854,090	14,88	12.708,86
			Enfoscado, maestreado y fratasado, en paramentos horizontales/verticales, con mortero hidrófugo (II-Z/35A) y arena de río 1/4, incluso regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3m y andamiaje.			
A044	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,020	101,43	2,03
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,350	87,84	30,74
T01001	Material	M3	Arena de río	1,030	12,54	12,92
T01181	Material	M3	Agua	0,240	0,63	0,15
T01156	Material	Kg	Aditivo hidrófugo	7,000	4,20	29,40
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24



		A044		0,020	101,43	2,03
O038	Mano de obra	M2	Mano obra enfoscado maestreado	1,000	10,78	10,78
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,100	12,15	1,22
%		%	Medios auxiliares	3,000	14,03	0,42
			Total Partida.....	854,090	14,88	12.708,86
U01063	Partida	M3	APERTURA DE HUECOS MAYORES DE 1M2	2,000	9,58	19,16
			Apertura de huecos mayores de 1m2, en muros de mampostería de espesor variable, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pié de carga, sin transporte al vertedero.			
Q003	Maquinaria	H	Compresor 2 m3/min 1 martillo	0,450	3,00	1,35
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	0,300	12,23	3,67
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,330	12,15	4,01
%		%	Medios auxiliares	3,000	9,03	0,27
			Total Partida.....	2,000	9,58	19,16
Caseta	Partida	ud	CASETA DE LLAVES	1,000	1.200,00	1.200,00
			P.A. de Construcción de caseta para alojar llaves en salida de depósito, de 2,00x2,00 m2 y 2,50 de altura a base de ladrillo hueco de 25x9x12, y cubierta de teja cerámica			
U18063	Partida	M2	SOLADO DE PIEDRA GRANÍTICA	102,000	117,73	12.008,46
			Solado de piedra granítica, a punta de puntero, de 50x50x10cm, sentada con mortero de cemento y arena de miga 1/6, cama de arena de 2cm de espesor, incluso rejuntado y limpieza.			
T09011	Material	M2	Piedra granítica solados	1,000	81,32	81,32
T01001	Material	M3	Arena de río	0,020	12,54	0,25
T01083	Material	Tm	Cemento blanco II-B/45A(P-450B)	0,001	131,07	0,13
A034	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/)	0,050	60,55	3,03
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,250	87,84	21,96
T01012	Material	M3	Arena de miga	1,100	9,28	10,21
T01181	Material	M3	Agua	0,255	0,63	0,16
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A034	0,050	60,55	3,03
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,800	32,80	26,24
%		%	Medios auxiliares	3,000	110,97	3,33
			Total Partida.....	102,000	117,73	12.008,46
U23035	Partida	M2	PINTURA AL CLOROCAUCHO	854,090	11,06	9.446,24
			Pintura al clorocaucho, con dos manos, aplicada a brocha, incluso limpieza de superficies y neutralización, emplastecido de grietas y mano de imprimación.			
T19086	Material	Kg	Clorocaucho	0,420	6,60	2,77



T19088	Material	L	Disolvente clorocaucho	0,200	3,19	0,64
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	0,270	14,03	3,79
O006	Mano de obra	H	Ayudante	0,270	12,70	3,43
%		%	Medios auxiliares	1,000	10,63	0,11
Total Partida.....				854,090	11,06	9.446,24
U27075	Partida	M2	CELOSÍA METÁLICA GALVANIZADA TIPO TRAMEX	204,000	101,61	20.728,44
Celosía metálica galvanizada tipo TRAMEX, formada por pletina de acero de 20x2mm, formando cuadrícula de 40X40mm, con uniones electrosoldadas y posterior galvanizado.						
T23040	Material	M2	Enrejado TrameX 40x40x20 galv	1,000	87,00	87,00
O055	Mano de obra	H	Oficial 1ª cerrajero	0,500	14,03	7,02
O056	Mano de obra	H	Ayudante cerrajero	0,500	13,16	6,58
%		%	Medios auxiliares	1,000	100,60	1,01
Total Partida.....				204,000	101,61	20.728,44
TOTAL CAP1.....				66.546,24		
CAP2	Capítulo	DEMOLICIONES, RECOMPOSICIONES Y ARQUETAS				71.400,29
U01100	Partida	M2	DEMOLICIÓN DE ARQUETA DE LADRILLOS	6,000	19,34	116,04
Demolición de arqueta de ladrillos macizos por medios manuales, incluso retirada de escombros a pie de carga.						
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	1,500	12,15	18,23
%		%	Medios auxiliares	3,000	18,23	0,55
Total Partida.....				6,000	19,34	116,04
U01048	Partida	MI	LEVANTADO DE BORDILLO	60,000	11,01	660,60
Levantado de bordillo por medios manuales, incluso retirada de escombros a pie de carga.						
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,854	12,15	10,38
%		%	Medios auxiliares	3,000	10,38	0,31
Total Partida.....				60,000	11,01	660,60
U42001	Partida	M2	LEVANTADO DE SOLADO DE ACERAS	1.665,732	7,74	12.892,77
Levantado de solado de aceras de cemento continuo, loseta hidráulica o terrazo, por medios manuales, incluso retirada y carga de productos, sin transporte a vertedero.						
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,600	12,15	7,29
%		%	Medios auxiliares	3,000	7,29	0,22
Total Partida.....				1.665,732	7,74	12.892,77
U42012	Partida	M2	LEVANTADO DE FIRME ASFÁLTICO	180,000	16,42	2.955,60
Levantado de firme asfáltico, medido sobre perfil, con compresor, de más de 15cm de espesor, incluso retirada y carga de productos, sin transporte a vertedero.						



Q003	Maquinaria	H	Compresor 2 m3/min 1 martillo	0,300	3,00	0,90
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	1,200	12,15	14,58
%		%	Medios auxiliares	3,000	15,48	0,46
Total Partida.....				180,000	16,42	2.955,60

U03057	Partida	Ud	ARQUETA DE REGISTRO DE 51X38X50CM	21,000	102,33	2.148,93
			Arqueta de registro de 51x38x50cm, realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor, recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, incluso solera de hormigón fck 17,5 N/mm2 y tapa de hormigón armado.			
T03032	Material	Kg	Acero corr.elab. y col.B 500 S	1,400	0,74	1,04
T08030	Material	Ud	Ladrillo macizo 24x12x7cm	38,000	0,16	6,08
A067	Auxiliar	M3	Hormigón fck 17,5 N/mm2, consist	0,110	53,57	5,89
T01022	Material	Tm	Arena de cantera de piedra graní	0,600	10,35	6,21
T01039	Material	Tm	Grava de cantera de piedra graní	1,700	8,99	15,28
T01072	Material	Kg	Cemento Portland con escoria II	288,000	0,07	20,16
T01181	Material	M3	Agua	0,170	0,63	0,11
Q012	Maquinaria	H	Pala cargadora s/orugas, tamaño	0,020	70,76	1,42
Q060	Maquinaria	H	Camión hormigonera 6m3	0,080	35,94	2,88
Q075	Maquinaria	H	Planta dosificadora 25m3/h	0,050	52,33	2,62
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	0,400	12,23	4,89
			A067	0,110	53,57	5,89
A030	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,070	64,13	4,49
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,250	87,84	21,96
T01001	Material	M3	Arena de río	1,100	12,54	13,79
T01181	Material	M3	Agua	0,255	0,63	0,16
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A030	0,070	64,13	4,49
A027	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,002	92,13	0,18
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,600	87,84	52,70
T01001	Material	M3	Arena de río	0,880	12,54	11,04
T01181	Material	M3	Agua	0,265	0,63	0,17
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A027	0,002	92,13	0,18
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	3,000	14,03	42,09
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	3,000	12,23	36,69
%		%	Medios auxiliares	3,000	96,46	2,89
Total Partida.....				21,000	102,33	2.148,93



U03058	Partida	Ud	ARQUETA DE REGISTRO DE 51X51X80CM	48,000	134,53	6.457,44
			Arqueta de registro de 51x51x80cm, realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor, recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, incluso solera de hormigón fck 17,5 N/mm2 y tapa de hormigón armado.			
T03032	Material	Kg	Acero corr.elab. y col.B 500 S	1,700	0,74	1,26
T08030	Material	Ud	Ladrillo macizo 24x12x7cm	62,000	0,16	9,92
A067	Auxiliar	M3	Hormigón fck 17,5 N/mm2, consist	0,120	53,57	6,43
T01022	Material	Tm	Arena de cantera de piedra graní	0,600	10,35	6,21
T01039	Material	Tm	Grava de cantera de piedra graní	1,700	8,99	15,28
T01072	Material	Kg	Cemento Portland con escoria II-	288,000	0,07	20,16
T01181	Material	M3	Agua	0,170	0,63	0,11
Q012	Maquinaria	H	Pala cargadora s/orugas, tamaño	0,020	70,76	1,42
Q060	Maquinaria	H	Camión hormigonera 6m3	0,080	35,94	2,88
Q075	Maquinaria	H	Planta dosificadora 25m3/h	0,050	52,33	2,62
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	0,400	12,23	4,89
			A067	0,120	53,57	6,43
A030	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,100	64,13	6,41
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,250	87,84	21,96
T01001	Material	M3	Arena de río	1,100	12,54	13,79
T01181	Material	M3	Agua	0,255	0,63	0,16
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A030	0,100	64,13	6,41
A027	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,004	92,13	0,37
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,600	87,84	52,70
T01001	Material	M3	Arena de río	0,880	12,54	11,04
T01181	Material	M3	Agua	0,265	0,63	0,17
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A027	0,004	92,13	0,37
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	3,900	14,03	54,72
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	3,900	12,23	47,70
%	%	%	Medios auxiliares	3,000	126,81	3,80
			Total Partida.....	48,000	134,53	6.457,44
U42071	Partida	MI	BORDILLO DE HORMIGÓN RECTO	60,000	22,00	1.320,00
			Bordillo de hormigón recto, de 20x30cm, sobre solera de hormigón fck 10 N/mm2, tamaño máx.árido 40mm y de 10cm de espesor, incluso excavación, rejuntado y limpieza.			
T40018	Material	MI	Bordillo hormigón recto 20x30cm	1,000	15,68	15,68
A030	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,001	64,13	0,06
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,250	87,84	21,96



T01001	Material	M3	Arena de río	1,100	12,54	13,79
T01181	Material	M3	Agua	0,255	0,63	0,16
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,400	4,96	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	2,160	12,15	26,24
			A030	0,001	64,13	0,06
A052	Auxiliar	M3	Hormigón fck 10 N/mm2, consisten	0,020	99,27	1,99
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,225	87,84	19,76
T01002	Material	Tm	Arena de río	0,700	3,06	2,14
T01027	Material	M3	Gravilla 20/40mm	1,400	15,31	21,43
T01181	Material	M3	Agua	0,160	0,63	0,10
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,500	4,96	2,48
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	4,392	12,15	53,36
			A052	0,020	99,27	1,99
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	0,246	12,23	3,01
%		%	Medios auxiliares	3,000	20,74	0,62
			Total Partida.....	60,000	22,00	1.320,00
U42047	Partida	M2	ACERA DE BALDOSA HIDRÁULICA	1.665,732	27,21	45.324,57
			Acera de baldosa hidráulica, de 20x20cm, sobre solera de hormigón fck 10 N/mm2, tamaño máx.árido 40mm y de 10cm de espesor, incluso junta de dilatación, enlechado y limpieza.			
T40032	Material	M2	Baldosa hidráulica 20x20cm	1,000	5,60	5,60
T40031	Material	Ud	Junta dilatación/m2. acera	1,000	0,19	0,19
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,001	87,84	0,09
A052	Auxiliar	M3	Hormigón fck 10 N/mm2, consisten	0,100	99,27	9,93
T01070	Material	Tm	Cemento II-Z/35A (PA-350)	0,225	87,84	19,76
T01002	Material	Tm	Arena de río	0,700	3,06	2,14
T01027	Material	M3	Gravilla 20/40mm	1,400	15,31	21,43
T01181	Material	M3	Agua	0,160	0,63	0,10
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,500	4,96	2,48
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	4,392	12,15	53,36
			A052	0,100	99,27	9,93
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1º + Ayudan	0,300	32,80	9,84
%		%	Medios auxiliares	3,000	25,65	0,77
			Total Partida.....	1.665,732	27,21	45.324,57
U49209	Partida	Tm	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE 1	23,400	51,99	1.216,57
			Mezcla bituminosa en caliente, tipo G-20, excepto betún y filler.			
T46036	Material	Tm	Mezcla bituminosa en caliente G	1,000	40,79	40,79
T47024	Maquinaria	H	Extendedora aglomerado s/orug	0,020	56,10	1,12
T47015	Maquinaria	H	Compactador neumát.autpr.100CV	0,040	21,53	0,86
T47033	Maquinaria	H	Camión bañera 200CV	0,040	27,71	1,11
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,422	12,15	5,13



%		%	Medios auxiliares	3,000	49,01	1,47
			Total Partida.....	23,400	51,99	1.216,57
U49213	Partida	Tm	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE 2	23,400	53,99	1.263,37
			Mezcla bituminosa en caliente, tipo D-12, excepto betún y filler.			
T46044	Material	Tm	Mezcla bituminosa en caliente D	1,000	41,73	41,73
T47024	Maquinaria	H	Extendidora aglomerado s/orug	0,025	56,10	1,40
T47015	Maquinaria	H	Compactador neumát.autpr.100CV	0,050	21,53	1,08
T47033	Maquinaria	H	Camión bañera 200CV	0,050	27,71	1,39
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,435	12,15	5,29
%		%	Medios auxiliares	3,000	50,89	1,53
			Total Partida.....	23,400	53,99	1.263,37
TOTAL CAP2.....					74355,89	

CAP3	Capítulo	MOVIMIENTO DE TIERRAS				59.311,90
U01116	Partida	M3	CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO	2.267,320	6,70	15.191,04
			Carga y transporte a vertedero de escombros, a una distancia menor de 25 Km, considerando ida y vuelta, en camión basculante de hasta 22m3 de capacidad, cargados con pala cargadora grande, incluso canón de vertedero.			
Q039	Maquinaria	M3	Canón de tierra a vertedero	1,000	0,57	0,57
Q009	Maquinaria	H	Pala cargadora s/neumáticos tama	0,035	39,80	1,39
Q065	Maquinaria	H	Camión bañera bascul.18-22m3	0,140	32,40	4,54
%		%	Medios auxiliares	3,000	6,50	0,20
			Total Partida.....	2.267,320	6,70	15.191,04
U01117	Partida	Ud	ALQUILER DE CONTENEDOR DE 5M3	10,000	65,61	656,10
			Alquiler de contenedor de 5m3, colocado a pie de carga.			
Q056	Maquinaria	H	Contenedor 5m3	8,000	7,73	61,84
%		%	Medios auxiliares	3,000	61,84	1,86
			Total Partida.....	10,000	65,61	656,10
U02030	Partida	M3	EXCAVACIÓN EN ZANJAS	2.050,104	7,54	15.457,78
			Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes.			
Q014	Maquinaria	H	Retro-Pala excavadora media	0,200	29,47	5,89
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,100	12,15	1,22
%		%	Medios auxiliares	3,000	7,11	0,21
			Total Partida.....	2.050,104	7,54	15.457,78



U42035	Partida	M3	RELLENO COMPACTADO	768,789	6,48	4.981,75
			Relleno compactado, con material pétreo de terreno de préstamo.			
T40046	Material	M3	Material pétreo de cantera	1,200	4,10	4,92
Q027	Maquinaria	H	Motoniveladora media	0,003	46,72	0,14
Q063	Maquinaria	H	Camión basculante 7-11m3	0,003	23,72	0,07
Q030	Maquinaria	H	Rulo autoprop.vibración 100Tm	0,005	43,52	0,22
O003	Mano de obra	H	Capataz	0,010	14,57	0,15
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,050	12,15	0,61
%		%	Medios auxiliares	3,000	6,11	0,18
			Total Partida.....	768,789	6,48	4.981,75
U42037	Partida	M3	RELLENO DE MATERIAL FILTRANTE	1.281,315	17,97	23.025,23
			Relleno de material filtrante, compactado con apisonadora manual.			
T01027	Material	M3	Gravilla 20/40mm	0,500	15,31	7,66
T01001	Material	M3	Arena de río	0,500	12,54	6,27
Q034	Maquinaria	H	Plancha vibrante 50-70cm	0,500	3,95	1,98
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	0,085	12,15	1,03
%		%	Medios auxiliares	3,000	16,94	0,51
			Total Partida.....	1.281,315	17,97	23.025,23
TOTAL CAP3.....						59.311,90

CAP4	Capítulo	TUBERIAS, PIEZAS ESPECIALES Y ACOMETIDAS (RED)			72.571,04	
U43038	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 63MM D	1.193,360	3,00	3.580,08
			Tubería de polietileno de 63mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26065	Material	MI	Tubo poliet. D=63mm 10 At.	1,000	1,52	1,52
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1º + Ayudante)	0,040	32,80	1,31
%		%	Medios auxiliares	3,000	2,83	0,08
			Total Partida.....	1.193,360	3,00	3.580,08
U43039	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 125MM D	464,040	7,93	3.679,84
			Tubería de polietileno de 125mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26066	Material	MI	Tubo poliet. D=125mm 10 At.	1,000	5,84	5,84
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1º + Ayudante)	0,050	32,80	1,64
%		%	Medios auxiliares	3,000	7,48	0,22
			Total Partida.....	464,040	7,93	3.679,84



U43040	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 90MM D	220,540	5,35	1.179,89
			Tubería de polietileno de 90mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26067	Material	MI	Tubo poliet. D=90mm 10 At.	1,000	3,07	3,07
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudan	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	5,04	0,15
			Total Partida.....	220,540	5,35	1.179,89
U43041	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 75MM D	192,650	4,30	828,40
			Tubería de polietileno de 75mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26068	Material	MI	Tubo poliet. D=75mm 10 At.	1,000	2,13	2,13
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	2,36	0,07
			Total Partida.....	192,650	4,30	828,40
U43043	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 110MM	1.477,850	6,97	10.300,61
			Tubería de polietileno de 110mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26070	Material	MI	Tubo poliet. D=110mm 10 At.	1,000	4,57	4,57
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudan	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	7,52	0,23
			Total Partida.....	1.477,850	6,97	10.300,61
U43044	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 140MM	488,930	9,91	4.845,30
			Tubería de polietileno de 140 mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26071	Material	MI	Tubo poliet. D=140mm 10 At.	1,000	7,33	7,33
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	10,61	0,32
			Total Partida.....	488,930	9,91	4.845,30
U43045	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 160MM	1.067,690	12,30	13.132,59
			Tubería de polietileno de 160mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26072	Material	MI	Tubo poliet. D=160mm 10 At.	1,000	9,56	9,56
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	13,50	0,41
			Total Partida.....	1.067,690	12,30	13.132,59



U43046	Partida	MI	TUBERÍA DE POLIETILENO DE 200MM	673,480	18,03	12.142,84
			Tubería de polietileno de 200mm de diámetro, para agua potable, presión de trabajo de 10 atm, incluso p.p. de junta, colocada.			
T26073	Material	MI	Tubo poliet. D=200mm 10 At.	1,000	14,94	14,94
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	19,53	0,59
			Total Partida.....	673,480	18,03	12.142,84
U43030	Partida	MI	TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL DE 200 MM	25,000	38,27	956,75
			Tubería de fundición dúctil de 200mm de diámetro, con junta automática flexible, colocada.			
T40121	Material	MI	Tubo fund. D=200mm 10 At.	1,000	32,34	32,34
T40001	Maquinaria	H	Grúa automovil	0,040	46,76	1,87
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	0,060	32,80	1,97
%		%	Medios auxiliares	3,000	37,16	1,11
			Total Partida.....	25,000	38,27	956,75
U43055	Partida	Ud	VÁLVULA DE MARIPOSA (200mm)	1,000	483,64	483,64
			Válvula de mariposa con reductor, de 200mm de diámetro, incluso dos unidades de unión Gibault y dos unidades de racor con platina, colocada.			
T40142	Material	Ud	Válvula mariposa D=200m.y acc.	1,000	319,64	319,64
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	5,000	32,80	164,00
%		%	Medios auxiliares	3,000	483,64	14,51
			Total Partida.....	1,000	483,64	483,64
U43063	Partida	Ud	VÁLVULA DE COMPUERTA (110 mm)	3,000	272,95	818,85
			Válvula de compuerta con bridas, de 110 mm de diámetro, incluso empalme brida-enchufe, colocada.			
T30061	Material	Ud	Válvula compuerta D=110m.y acc.	1,000	150,20	150,20
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	3,500	32,80	114,80
%		%	Medios auxiliares	3,000	265,00	7,95
			Total Partida.....	3,000	272,95	818,85
U43061	Partida	Ud	VÁLVULA DE COMPUERTA (125 mm)	1,000	313,01	313,01
			Válvula de compuerta con brida, de 125mm de diámetro, presión de trabajo de 10 atm, incluso accesorios, colocada.			
T40128	Material	Ud	Válvula compuerta D=125m.y acc.	1,000	184,50	184,50
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	3,640	32,80	119,39
%		%	Medios auxiliares	3,000	303,89	9,12
			Total Partida.....	1,000	313,01	313,01



U43064	Partida	Ud	VÁLVULA DE COMPUERTA (160 mm)	1,000	458,70	458,70
			Válvula de compuerta con bridas, de 160mm de diámetro, incluso empalme brida-enchufe, colocada.			
T30062	Material	Ud	Válvula comp.brid.D=160mm.y acc.	1,000	287,90	287,90
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	4,800	32,80	157,44
%		%	Medios auxiliares	3,000	445,34	13,36
			Total Partida.....	1,000	458,70	458,70
U43066	Partida	Ud	VÁLVULA DE BOYA (200 mm)	1,000	507,72	507,72
			Válvula de boya con bridas, de 200mm de diámetro, incluso empalme brida-enchufe, colocada.			
T30050	Material	Ud	Válvula boya D=200mm.y acc.	1,000	328,93	328,93
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	5,000	32,80	164,00
%		%	Medios auxiliares	3,000	492,93	14,79
			Total Partida.....	1,000	507,72	507,72
U43065	Partida	Ud	VÁLVULA DE COMPUERTA (140 mm)	1,000	365,73	365,73
			Válvula de compuerta con bridas, de 140mm de diámetro, incluso empalme brida-enchufe, colocada.			
T31056	Material	Ud	Válvula comp.brid.D=140mm.y acc.	1,000	220,60	220,60
O010	Mano de obra	H	Cuadrilla A (Oficial 1ª + Ayudante)	4,100	32,80	134,48
%		%	Medios auxiliares	3,000	355,08	10,65
			Total Partida.....	1,000	365,73	365,73
U43107	Partida	Ud	BOCA DE RIEGO MODELO "MADRID"	13,000	193,01	2.509,13
			Boca de riego modelo "Madrid", de 40mm de diámetro, incluso enlace con la red de distribución con tubería de polietileno de 1/2" de diámetro.			
T40151	Material	Ud	Boca riego "Madrid" D=40mm	1,000	93,48	93,48
T40145	Material	Ud	Collarín de toma para D=80mm	1,000	4,24	4,24
T40146	Material	Ud	Racor de latón para D=40mm	1,000	18,39	18,39
T40111	Material	MI	Tubo polietileno D=1/2"	10,000	0,29	2,90
O011	Mano de obra	H	Cuadrilla B (Oficial 2ª + Peones)	2,000	31,46	62,92
%		%	Medios auxiliares	3,000	181,93	5,46
			Total Partida.....	13,000	193,01	2.509,13
U29004	Partida	Ud	CONTADOR DE AGUA DE 3/4" DE D	21,000	223,02	4.683,42
			Contador de agua de 3/4" de diámetro, instalado en arqueta de registro de fábrica de ladrillo macizo, de 51x38x50cm y 1/2 pié de espesor, recibido con mortero de cemento arena de río 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, solera de hormigón HM-25/P/40, T.máx.40mm, incluso llaves de esfera, válvula antiretorno de 3/4" y grifo de latón de 1/2"			
U03057	Auxiliar	Ud	Arqueta de registro de 51x38x50c	1,000	99,35	99,35



T03032	Material	Kg	Acero corr.elab. y col.B 500 S	1,400	0,74	1,04
T08030	Material	Ud	Ladrillo macizo 24x12x7cm	38,000	0,16	6,08
A067	Auxiliar	M3	Hormigón fck 17,5 N/mm2, consist	0,110	53,57	5,89
A030	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,070	64,13	4,49
A027	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,002	92,13	0,18
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	3,000	14,03	42,09
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	3,000	12,23	36,69
%		%	Medios auxiliares	3,000	96,46	2,89
			U03057	1,000	99,35	99,35
T26002	Material	Ud	Contador de agua de 3/4"	1,000	62,26	62,26
T28098	Material	Ud	Llave de esfera 3/4"	2,000	6,24	12,48
T28084	Material	Ud	Válvula antirretorno 3/4"	1,000	3,85	3,85
T28081	Material	Ud	Válv.comp.latón rosca 1 1/2"	1,000	9,37	9,37
O061	Mano de obra	H	Oficial 1ª fontanero	1,000	13,04	13,04
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	1,000	14,03	14,03
%		%	Medios auxiliares	1,000	214,38	2,14
			Total Partida.....	21,000	223,02	4.683,42
U29002	Partida	Ud	ACOMETIDA DE AGUA DESDE LA RED	21,000	548,40	11.516,40
			Acometida de agua desde la red general, de 50 a 250mm de diámetro, a una distancia máxima de 5m, con tubo de polietileno, llave de compuerta manual en arqueta de 40x40cm, con tapa de fundición, incluso accesorios de conexión y montaje, instalada y comprobada.			
T26111	Material	Ud	Acomet.agua red general D=50-250	1,000	355,44	355,44
T02172	Material	Ud	Marco y tapa fundición 40x40cm	1,000	27,57	27,57
T08025	Material	Ud	Ladrillo cerámico panel o perf.2	34,000	0,09	3,06
T01181	Material	M3	Agua	0,080	0,63	0,05
A016	Auxiliar	M3	Mortero de cemento portland, dosif	0,030	96,05	2,88
T01080	Material	Tm	Cemento puzolánico II-Z/35-A	0,595	72,58	43,19
T01006	Material	Tm	Arena de río (0/6mm), transp.25T	1,410	8,07	11,38
T01181	Material	M3	Agua	0,264	0,63	0,17
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	3,400	12,15	41,31
			A016	0,030	96,05	2,88
A020	Auxiliar	M3	Mortero de cemento portland, dosif	0,280	73,56	20,60
T01080	Material	Tm	Cemento puzolánico II-Z/35-A	0,247	72,58	17,93
T01006	Material	Tm	Arena de río (0/6mm), transp.25T	1,755	8,07	14,16
T01181	Material	M3	Agua	0,256	0,63	0,16
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	3,400	12,15	41,31
			A020	0,280	73,56	20,60
A058	Auxiliar	M3	Hormigón HA-25/B/20, consisten	0,280	69,26	19,39
T01080	Material	Tm	Cemento puzolánico II-Z/35-A	0,390	72,58	28,31
T01002	Material	Tm	Arena de río	0,640	3,06	1,96
T01025	Material	Tm	Garbancillo 5/20mm	1,280	10,58	13,54



T01181	Material	M3	Agua	0,210	0,63	0,13
Q074	Maquinaria	H	Hormigonera 250 L	0,500	4,96	2,48
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	1,880	12,15	22,84
			A058	0,280	69,26	19,39
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	3,750	14,03	52,61
O008	Mano de obra	H	Peón ordinario	3,750	12,15	45,56
%		%	Medios auxiliares	1,000	527,16	5,27
Total Partida.....				21,000	548,40	11.516,40

U29005 Partida Ud CONTADOR DE AGUA DE 1" DE D 1,000 268,14 268,14

Contador de agua para tubería de 200 mm de diámetro, instalado en arqueta de registro de fábrica de ladrillo macizo de 51x38x50cm y 1/2 pié de espesor, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, solera de hormigón HM-25/P/40, T.máx.20mm, incluso llaves. en salida deposito.

U03057	Auxiliar	Ud	Arqueta de registro de 51x38x50c	1,000	99,35	99,35
T03032	Material	Kg	Acero corr.elab. y col.B 500 S	1,400	0,74	1,04
T08030	Material	Ud	Ladrillo macizo 24x12x7cm	38,000	0,16	6,08
A067	Auxiliar	M3	Hormigón fck 17,5 N/mm2, consist	0,110	53,57	5,89
A030	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,070	64,13	4,49
A027	Auxiliar	M3	Mortero de cemento PA-350 (II-Z/	0,002	92,13	0,18
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	3,000	14,03	42,09
O007	Mano de obra	H	Peón especializado	3,000	12,23	36,69
%		%	Medios auxiliares	3,000	96,46	2,89
			U03057	1,000	99,35	99,35
T26003	Material	Ud	Contador de agua de 1"	1,000	99,57	99,57
T28099	Material	Ud	Llave de esfera 1"	2,000	8,64	17,28
T28085	Material	Ud	Válvula antirretorno 1"	1,000	5,11	5,11
T28081	Material	Ud	Válv.comp.latón rosca 1 1/2"	1,000	9,37	9,37
O061	Mano de obra	H	Oficial 1ª fontanero	1,000	13,04	13,04
O004	Mano de obra	H	Oficial primera	1,000	14,03	14,03
%		%	Medios auxiliares	1,000	257,75	2,58
Total Partida.....				1,000	268,14	268,14

TOTAL CAP4..... 72571,04

CAP5 Capítulo SEGURIDAD Y SALUD 1.100,00

DSEGSALUD	Partida	Ud	DOTACIÓN PARA EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	1,00	1.100,00	1.100,00
			Dotación para el plan de seguridad y salud	1,00	1.100,00	1.100,00

TOTAL CAP5..... 1.100,00

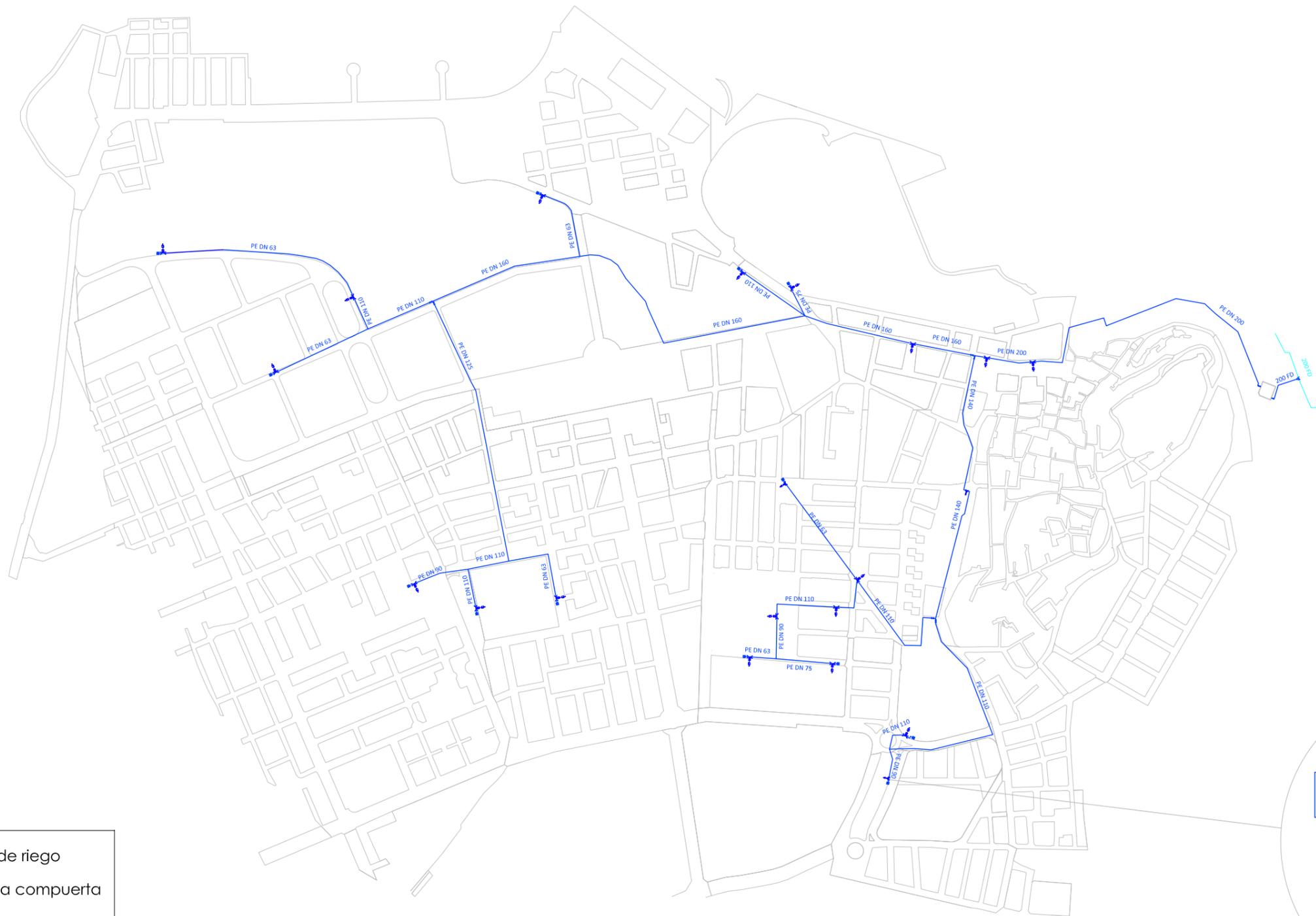


PLANOS

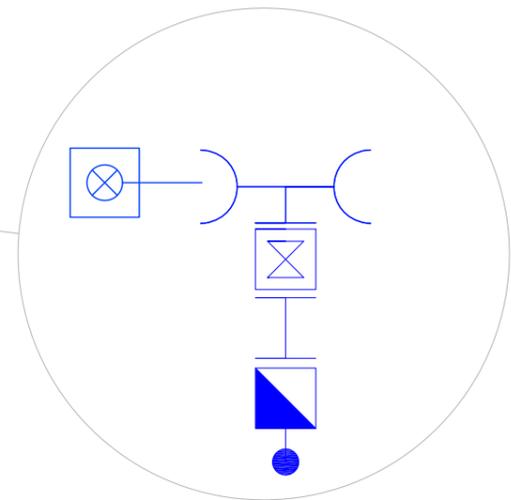
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ÍNDICE DE PLANOS

Plano Número 1	Trazado de la red
Plano Número 2	Esquema conexiones balsa
Plano Número 3	Detalle tipo válvula derivación, enterrada en red de riego
Plano Número 4	Detalle zanja tipo para tubería de red de riego
Plano Número 5	Balsa de Riego



-  Boca de riego
-  Válvula compuerta
-  Válvula acometida
-  Contador
-  Trazado red
-  Nudo de consumo



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



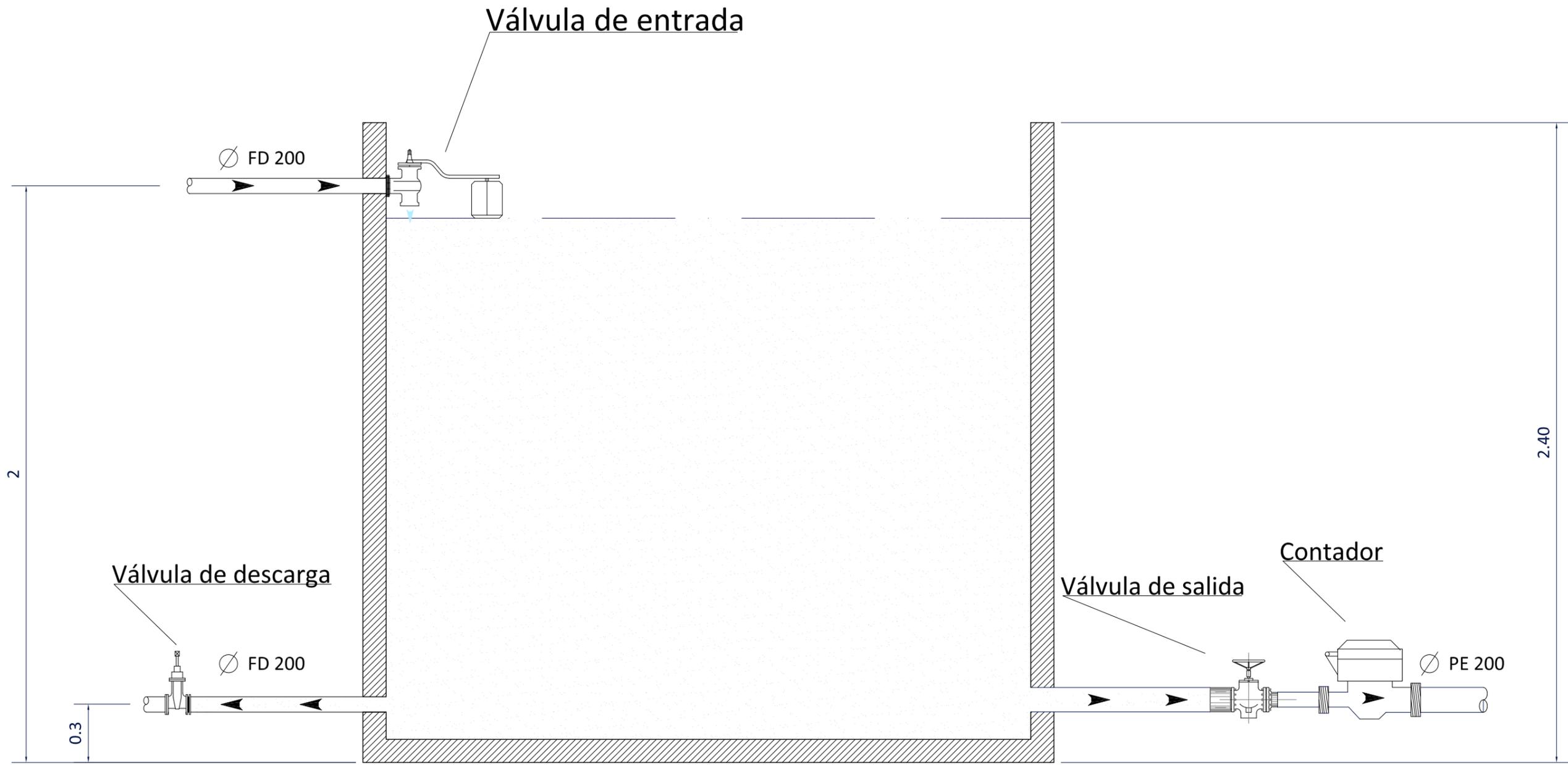
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DEL CAUDAL NATURAL DE LA MINA DE PUÇA PARA EL SUMINISTRO DE ZONAS VERDES EN PETRER

Plano: Trazado de la red
 Autor: Jose Maria Maestre Andreu

Fecha: Junio 2016
 Escala: 1:500

Nº Plano: **1**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

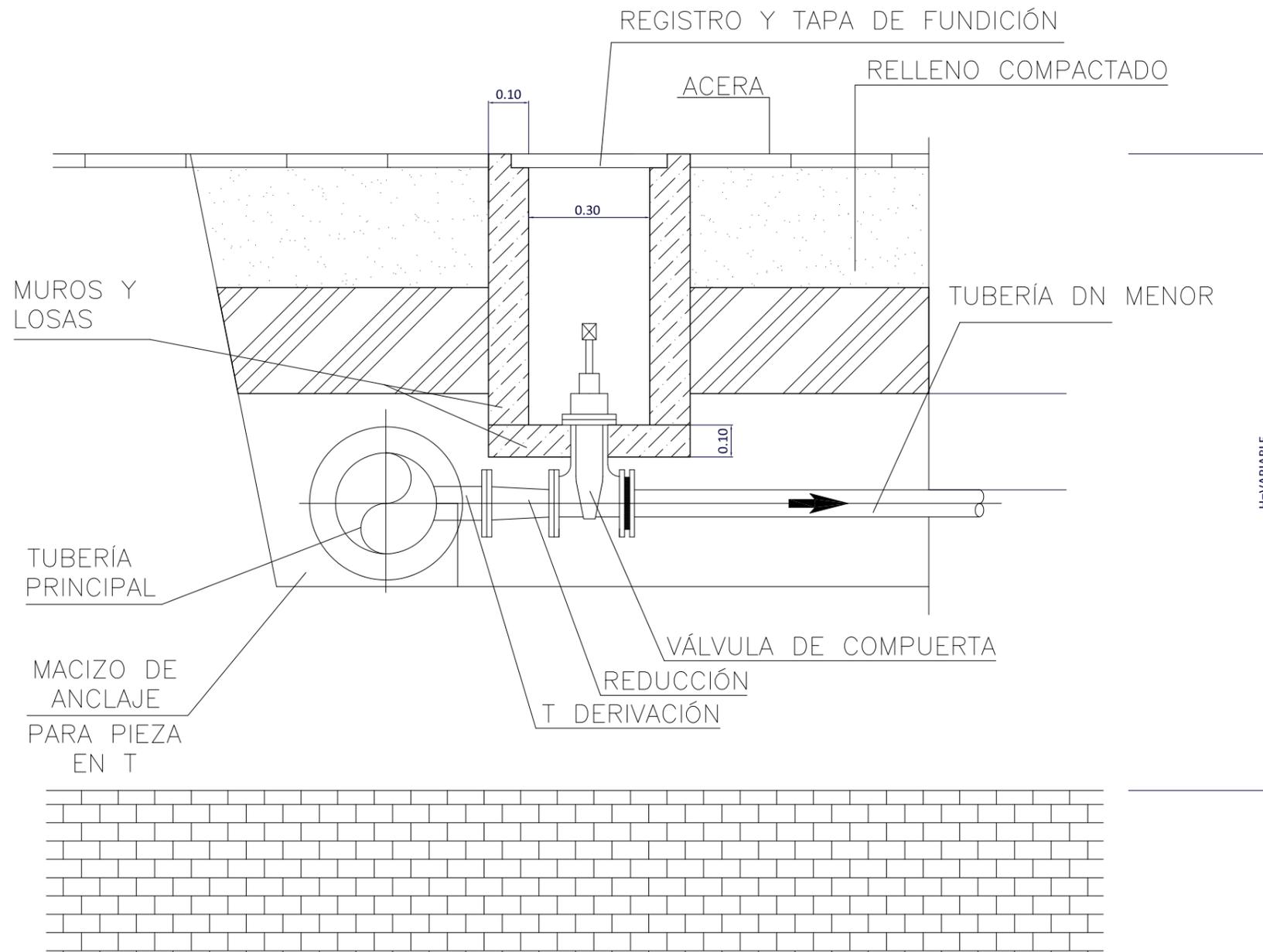
Proyecto: ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DEL CAUDAL NATURAL DE LA MINA DE PUÇA PARA EL SUMINISTRO DE ZONAS VERDES EN PETRER

Plano: Esquema conexiones balsa
 Autor: Jose Maria Maestre Andreu

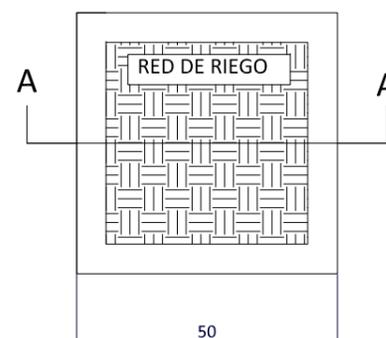
Fecha: Junio 2016
 Escala: Detalle

Nº Plano: 2

A - A

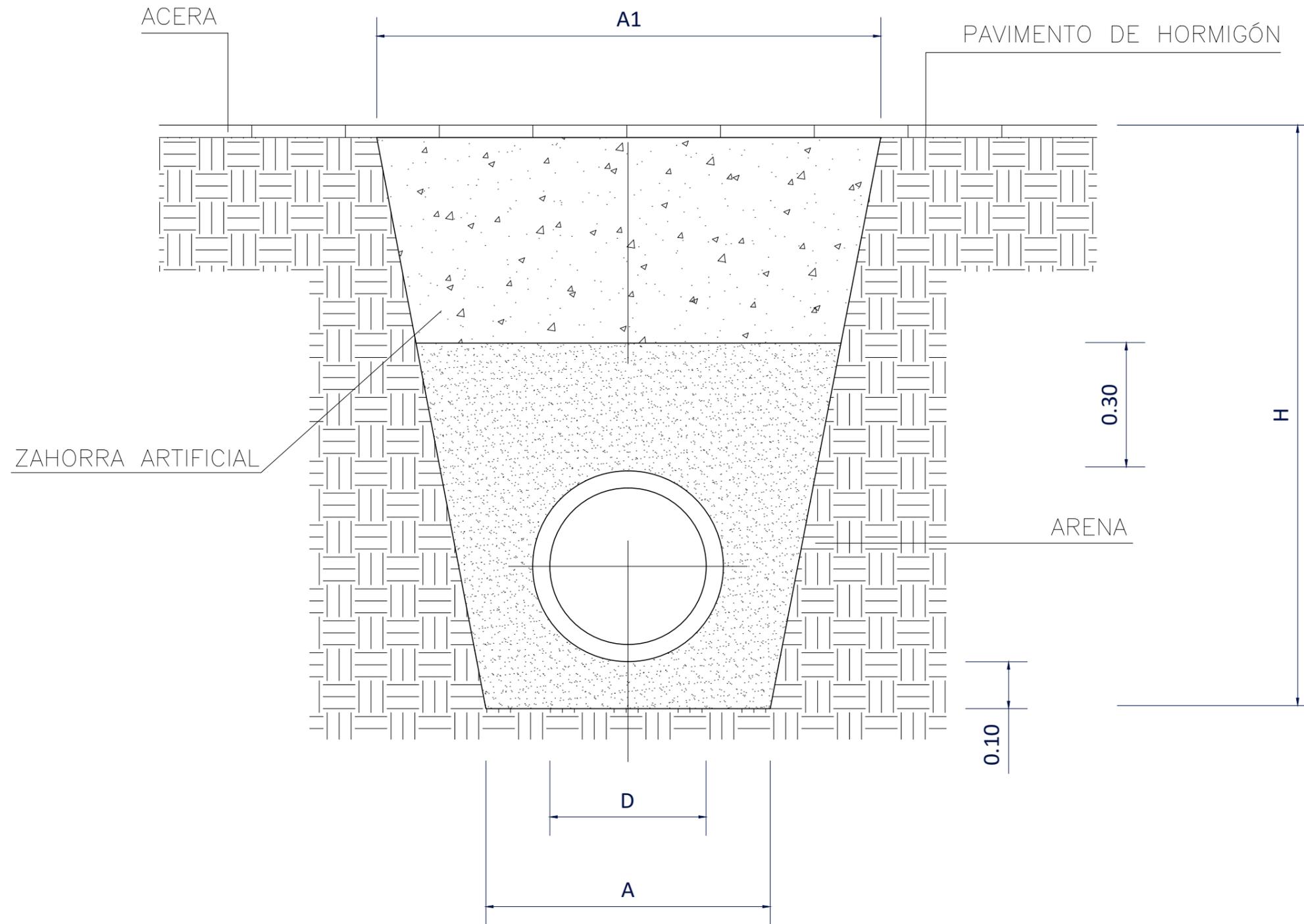


PROFUNDIDAD TUBERÍA	
D	H
mm.	m.
<80	0,80
<100	1,00
<150	1,20
<200	1,20



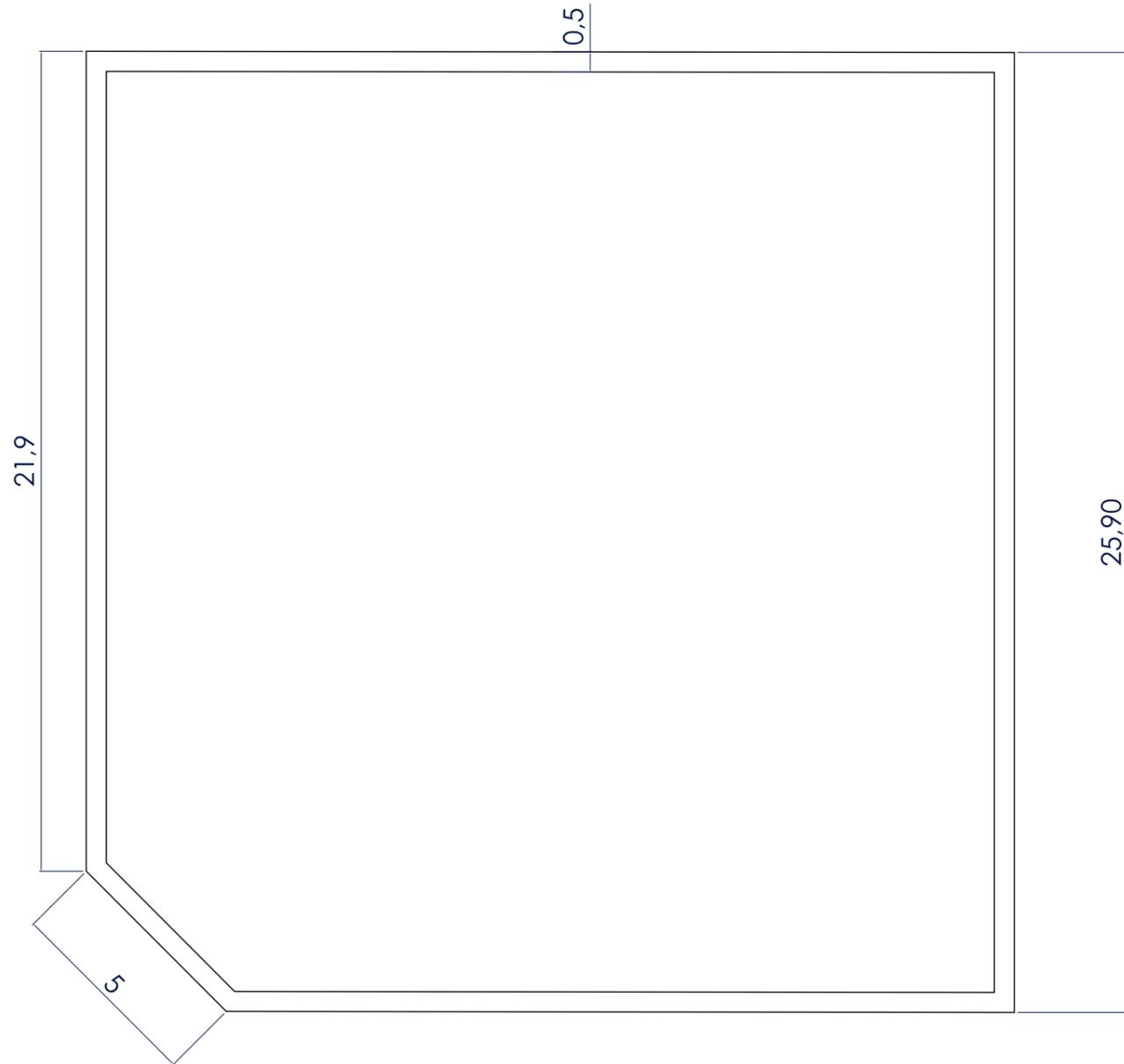
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

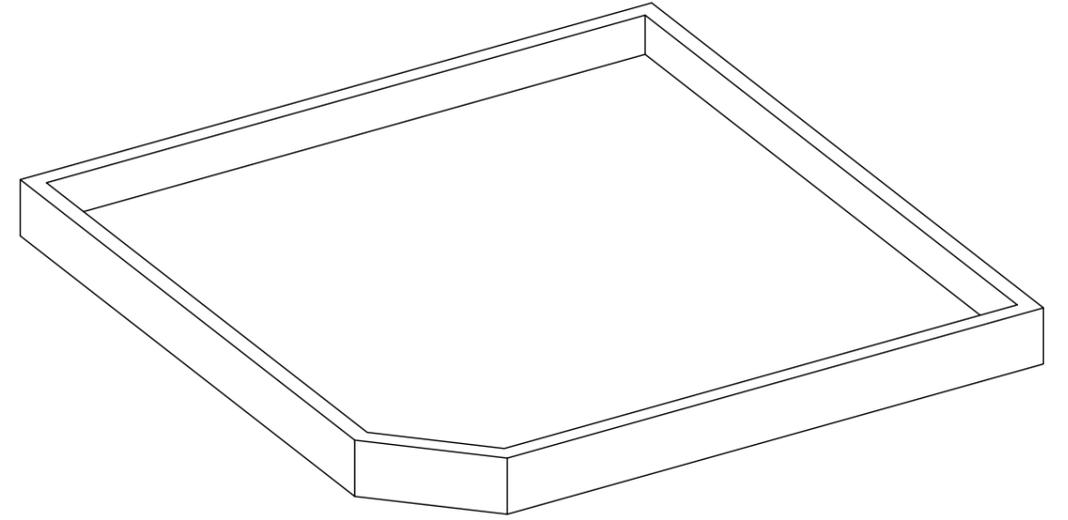


DIMENSIONAMIENTOS			
D	A	A1	H
mm.	m.	m.	m.
<80	0,60	0,60	0,80
<150	0,60	0,60	1,20
<200	0,70	0,80	1,20
<250	0,80	0,90	1,40

-Planta



-Vista libre



- Localización



-Alzado

