ANEJO 9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED DE RIEGO

INDICE

1. MODERNIZACIÓN PLA DE MONTSÓ: RED DE RIEGO A PRESIÓN 2
1.1. INTRODUCCION 2
1.2. OBJETIVO 4
1.3. MODALIDAD DE RIEGO 4
1.4. TOPOLOGÍA DE LA RED PROYECTADA 4
1.5. TRAZADO DE LA RED 5
1.6. PARAMETROS BASICOS DEL RIEGO 6
1.7. PRESIÓN DE CONSIGNA EN LOS HIDRANTES 9
1.8. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO DE LA RED. 10
1.9. DIMENSIONAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED. 13
1.10. OPTIMIZACIÓN DE LA RED 15
1.11. CÁLCULO DE VENTOSAS DE LA RED DE RIEGO 17
1.12. DEFINICIÓN DE VÁLVULAS DE CORTE DE LA RED DE RIEGO 17
1.13. CÁLCULO DE ANCLAJES 17
1.14. CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERIAS 18
APÉNDICE 1: LISTADO DE HIDRANTES 19
APÉNDICE 2: CAUDALES DE LÍNEA DE LA RED DE RIEGO 26
APÉNDICE 3: EQUIPOS 31
APÉNDICE 4: CÁLCULO MECÁNICO TUBERÍAS 32

1. MODERNIZACIÓN PLA DE MONTSÓ: RED DE RIEGO A PRESIÓN

1.1. INTRODUCCION

Una red de riego presurizada debe de ser capaz de suministrar el agua en la parcela bajo unas determinadas condiciones de servicio, tanto cualitativas como cuantitativas. Su correcto diseño, bajo las exigencias de calidad y fiabilidad, con las correspondientes garantías de seguridad exige una fase de dimensionamiento hidráulico de las conducciones y elementos accesorios (válvulas, ventosas, equipos de bombeo, etc.) así como un análisis hidráulico del sistema tanto en estado estacionario como transitorio.

Los problemas de colapso de redes de riego derivan principalmente de que, en algunos ámbitos, el objetivo era obtener la red de riego de coste de inversión inicial mínimo, aunque esto fuera a base de diseñar redes muy rígidas, en un doble sentido:

- Incapaces de absorber cualquier pequeña modificación de caudales, algunas de ellas con turnos excesivos y difíciles de hacer funcionar en la práctica
- En algunos casos, con timbrajes muy próximos a la presión de servicio, incluso disminuyendo los mismos con la colocación de elementos reductores de presión, etc.

Se entiende que el objetivo de una red comunitaria es funcionar correctamente en el tiempo de vida útil considerado, y estando preparada para absorber ciertos cambios como la implantación de cultivos con necesidades hídricas diferente, manejos del riego con particularidades, etc. Por ello es importante diseñar redes con una flexibilidad razonable, y con simulaciones de funcionamiento que permitan verificar su versatilidad en la fase de explotación.

En este anejo se desarrollan los cálculos hidráulicos justificativos realizados para el dimensionamiento de la red de riego proyectada, esto es, la determinación del trazado más adecuado, tanto en perfil como en planta, así como del diámetro óptimo correspondiente a cada tramo.

Las redes de riego, tal y como recogen trabajos específicos en la materia, deben de estar dimensionadas para poder atender variaciones de los consumos demandados, y considerando las variaciones en las demandas de agua (se debe de dotar a la red de la fortaleza necesaria de la manera más eficiente posible).

Todos los pasos del proceso de diseño no siguen una secuencia nítida, sino que están en cierto modo entremezclados y en muchas ocasiones hay que retornar a decisiones precedentes para someterlas a reajuste a fin de completar satisfactoriamente el diseño. Por ello, los especialistas experimentados incluyen en el proceso los resultados de su experiencia en este campo del conocimiento.

Figura 1. Esquema del proceso básico de diseño de una red de riego.

Así, Jesús Rodrigo y otros (Riego localizado (Rodrigo et al. 1992), al indicar cuál es el proceso de diseño de una red destacan la importancia de consensuar la solución del proyecto con los usuarios del riego, señalando que "el diseño de una instalación de red de riego es el primer eslabón de una cadena, que continúa con la ejecución de la instalación y posteriormente con las prácticas de manejo y conservación. La clave de un buen diseño consiste en establecer de la forma más precisa posible las prestaciones que posteriormente se le exigirán a la instalación. Es evidente que cuanto más se ajuste a la realidad del programa de necesidades y requisitos con el que el diseñador trabaja, más sencillo será el posterior manejo de la instalación y mejores sus resultados. Por otra parte, cuanto mayor sea el número de situaciones y posibilidades que esta contemple, mayor será la polivalencia de la instalación, así como su coste. Por esto es tan importante, para obtener una buena relación calidad- precio, que los objetivos y los llamados parámetros opcionales se fijen tras informar minuciosamente a los usuarios de las posibilidades y discutir detalladamente las ventajas e inconvenientes para las condiciones en que deben operar los equipos".

Existen en el diseño de una red de riego dos grandes bloques interconexionados de actuación, que son:

- Diseño agronómico del riego: determinación de la cantidad de agua que se debe suministrar para satisfacer las necesidades de los cultivos.
- Diseño hidráulico: dimensionamiento de la instalación para satisfacer las exigencias establecidas en el diseño agronómico

La capacidad de la instalación debe ser suficiente para atender las necesidades de los cultivos durante el período de máxima demanda. Por tanto, el caudal a suministrar a los usuarios en este periodo será el parámetro básico determinante del proyecto de la red de conducciones, el cual depende de la alternativa de cultivo y de los factores climáticos.

Los condicionantes naturales que más influencia tienen en el diseño de la red son evidentemente la climatología, la edafología, la morfología del terreno y los recursos hídricos existentes. Otros condicionantes de este tipo, también influyentes en el diseño, son la estructura parcelaria existente, las condiciones del mercado, y la situación socioeconómica de los agricultores. Todos estos parámetros tienen una gran influencia en la selección de la alternativa de cultivos reflejada en el anejo de este proyecto que recoge la determinación del caudal ficticio continuo.

- El estudio de las características climatológicas de la zona es necesario para el cálculo de la evapotranspiración, y la pluviometría es fundamental para evaluar la cantidad de agua que es necesario aportar mediante el riego.
- Las características edafológicas del suelo (coeficiente de infiltración, capacidad de campo, textura, etc.) también son fundamentales para seleccionar la dosis y el sistema de riego a emplear.
- Los recursos hidráulicos suelen ser el factor que limita las zonas regables. De hecho, el agua disponible en las épocas de demanda punta. La localización de estos recursos con respecto a la ubicación de la zona regable es otro condicionante que también tiene que ser tenido en cuenta de cara al diseño de la red de transporte y distribución.

Los parámetros de diseño más representativos son: la alternativa de cultivos, el grado de libertad de los regantes, el rendimiento o coeficiente de seguridad de la red, la garantía de suministro y la modulación y densidad de los hidrantes. Otros parámetros de diseño son el grado de satisfacción de los requerimientos del cultivo, la forma de organización del riego y el sistema de riego a emplear.

La determinación de los caudales circulantes por la red es una de las partes más importantes del diseño, al ser uno de los datos fundamentales para fijar el diámetro de las conducciones que componen la red (el otro es la presión requerida). Los caudales circulantes varían mucho a lo largo del tiempo y dependen, entre otros factores, de la alternativa de cultivos, de la climatología de la zona, de la eficiencia del sistema de riego y de las costumbres del regante.

Es por ello que en el proceso de diseño de una red de riego, además de emplearse como datos de entrada los condicionantes naturales y los parámetros de diseño clásicos, se debe contar también con la experiencia y conocimiento generados en la explotación de otras zonas regables, de forma que, aunque el establecimiento de una zona de riego se realice siguiendo la secuencia lógica: diseño –construcción-explotación, la fase de diseño se retroalimenta con el conocimiento adquirido en la implantación y explotación de otras zonas regables, en este caso dentro de la misma comunidad de regantes.

Organizados los datos de partida, a continuación, se presenta un resumen de las fases del proceso al diseño de la red de riego que se realiza en este anejo:

I. Definición del sistema, modalidad y organización de riego.

II. Definición de la topología de la red.

III. Definición del trazado de la red.

- Localización del punto de alimentación.
- Localización de los hidrantes.

IV. Establecimiento de los parámetros de funcionamiento.

- Caudal ficticio continuo.
- Jornada efectiva de riego (JER).
- Tiempo de riego.
- Grado de libertad (GL).
- Caudal asignado en hidrante (dotación).
- Presión mínima requerida en hidrante.

V. Cálculo de los caudales circulantes por tramo. Aplicación de las fórmulas de la demanda.

VI. Dimensionado de la red de distribución mediante técnicas de optimización.

Si bien se propone un orden secuencial en función de las fases a seguir, obviamente el diseño de toda red implica una interacción entre fases que se retroalimentan en el proceso de diseño.

Resulta llamativo que en el diseño de redes de riego no se utilizan, como es habitual en otros campos de la ingeniería, coeficientes de seguridad de mayoración de cargas, ni en lo referente a la adopción de los caudales de cálculo, ni en cuanto a posibles imperfecciones de los materiales, ni en las presiones de diseño, etc.

Las pérdidas económicas que pueden ocurrir por el colapso hidráulico de una red de riego pueden ser muy importante, tanto por las obras de rehabilitación necesarias para acondicionar de nuevo la red, como por la potencial pérdida de cosechas.

1.2. OBJETIVO

Modernizar, mediante un riego a presión, las diferentes unidades de riego en que se ha dividido la superficie a modernizar de la Comunidad de Regantes N.º 124 del Canal de Aragón y Cataluña.

El objetivo de una red de riego comunitaria es funcionar correctamente el tiempo de vida útil de la obra y acorde a la garantía y vida útil de los diferentes elementos que la componen, y debe de estar preparada para absorber ciertos cambios. Ello implica, como se ha expuesto anteriormente, el diseño de una red con una cierta flexibilidad, con un coste razonable y que encaje en las ratios disponibles de inversión para esta tipología de redes.

1.3. MODALIDAD DE RIEGO

La variabilidad entre suelos, superficies, topografía del terreno, cultivos actuales y futuros previstos en la alternativa de la zona regable de la Comunidad de Regantes n.º 124 del Canal de Aragón y Cataluña, y los cada vez más limitados recursos hídricos disponibles para el regadío, obligan a que las instalaciones de riego, tanto al nivel de parcela como de red general de distribución, permitan gestionar el agua de riego con las estrategias de manejo más adecuadas a cada situación, mediante un uso óptimo y sostenible de la misma.

De esta manera, a nivel de parcela se ha escogido como sistema o método de riego, el riego por aspersión que, en sus distintas vertientes, bien con cobertura total enterrada o móvil, bien con máquinas de riego (pivotes, laterales y cañones), cada regante podrá escoger el sistema que mejor se adapte al terreno y a la rotación de cultivos que realice.

Los regantes tendrán como limitación del uso del agua las impuestas por su propio hidrante (umbrales máximos de caudal y presión disponibles), así como la dotación máxima por hectárea que establezca la Comunidad de Regantes del Canal N.º 124 del CAyÇ para cada campaña de riego, condicionada por las disponibilidades de agua disponibles en el sistema.

Los regantes tendrán libertad para elegir horario de riego, dentro de su hidrante y con la restricción de las normas generales de funcionamiento establecidas por la Comunidad de Regantes acorde a las horas de uso dentro de la jornada efectiva de riego (JER).

Con un método de entrega de agua a pie de parcela flexible, el aprovechamiento del agua y la elasticidad del riego son máximas ya que el agricultor es el único que decide la fecha y la duración de los riegos y puede, por lo tanto, dirigir racionalmente su agricultura de regadío a la hora de organizar el riego en parcela, es decir, dar las dosis convenientes de acuerdo con las necesidades concretas de sus cultivos, en función del estado fenológico en que se encuentren las plantas y el suelo, de otros aspectos culturales, de las condiciones climatológicas y de la tecnología disponible.

La modalidad de riego adoptada en el proyecto es un RIEGO A LA DEMANDA.

Se exponen a continuación una serie de conceptos:

- *Parcela*. Término catastral con una superficie de riego declarada y gestionada por un único regante (propietario, arrendatario, aparcero, etc.) a la cual hay que entregar el agua.
- Agrupación. Parcela o conjunto de ellas dominadas por un único hidrante de riego. En parcelas grandes, ellas mismas pueden constituir una agrupación.
- *Hidrante de riego*. Conjunto de válvula hidráulica y otros elementos con una dotación y presión definidos, donde se puede medir el consumo de agua en cada una de las tomas parcelarias que abastece. Constituye un elemento imprescindible en una red colectiva de riego ya que garantiza la prestación del servicio en condiciones correctas de caudal y presión. La dotación está relacionada con la superficie de la agrupación y la presión de servicio se fija en función del sistema de riego en parcela (aspersión en este caso). Los hidrantes de riego pueden ser individuales (cuando atiende a una agrupación formada por una única parcela) o hidrantes multiusuarios o compartidos (cuando atiende a una agrupación formada por varias parcelas, ya sean de un mismo propietario o distintos de ellos).
- *Red terciaria*. Red de tuberías de diámetro único situadas aguas abajo del hidrante de riego, capaz de transporta la dotación o caudal máximo de dicho hidrante hasta cada una de las tomas de parcela (tanto si son individuales como compartidas).

Analizada las posibles modalidades de riego a la que puede acogerse la red que se va a proyectar, la decisión relativa al tipo de organización seleccionada condiciona el proceso de cálculo de la red y, por supuesto, su manejo posterior.

1.4. TOPOLOGÍA DE LA RED PROYECTADA

Debido a la extensa superficie a cubrir, a la gran dispersión entre los puntos de consumo (consecuentemente, con grandes longitudes de tubería), a los elevados costes de las conducciones de gran diámetro necesarias para acomodar los grandes caudales de agua servidos con importantes requerimientos de presión a suministrar en los puntos de consumo y considerando que el funcionamiento de la red no es uniforme, siendo muy intenso durante la temporada de riego y muy bajo o incluso nulo durante el resto del año, es importante ajustar económicamente el dimensionado del sistema (tanto el coste de las instalaciones como los gastos de explotación, principalmente costes energéticos si los hubiera) para proporcionar el servicio requerido sin sobredimensionar los elementos de la red de forma innecesaria.

Por todas las razones citadas y para reducir los costes de la red de conducciones se adopta una topología de red de tipo ramificada, dado que se demuestra que, en general, es más económica que cualquier otra topología mallada que realice un servicio equivalente en cuanto a suministro de caudales y presiones (UPV, 1993).

Si bien la topología ramificada es vulnerable a las interrupciones de suministro (por rotura o mantenimiento) al no existir caminos de alimentación alternativos, la relativa tolerancia de los cultivos a la falta de abastecimiento, incluso en periodos punta, hace esta configuración la más conveniente en actuaciones de mejora y modernización de regadíos, como es el presente proyecto (Aliod, 2011).

La red de distribución proyectada se denomina red estrictamente ramificada (UPV, 1993) si:

- Posee una topología ramificada (sin ninguna malla ni conducción redundante).
- Las condiciones de contorno son tales que:
  - Existe exclusivamente un único punto de altura piezométrica impuesta (balsa) o a determinar (estación de bombeo), que habitualmente corresponderá al punto de alimentación.
  - El resto de los nodos de la red se asimilan a puntos de consumo conocido, esto es, nodos de bifurcación, con consumo nulo, o puntos de suministro con demanda independiente de la presión (hidrantes regulados con caudal igual a la dotación de sus tomas abiertas).

Es bien sabido que las redes en que la topología y las condiciones de contorno se implementan configurando una red estrictamente ramificada, son particularmente ventajosas desde el punto de vista del dimensionado (UPV, 1993), ya que es posible determinar a priori los caudales de línea que circulan por las tuberías (por la simple aplicación de la ecuación de continuidad) sin conocer las características de la propia tubería (material y diámetro), solamente a partir de los consumos de la red (por simple acumulación de los consumos en los nudos o mediante la aplicación de criterios de tipo probabilísticos, tales como el método de Clément); como consecuencia hidráulica de ello, es posible conocer asimismo el sentido de circulación del agua en las líneas.

Además, una red estrictamente ramificada posibilita, por un lado, establecer las metodologías de dimensionado óptimo económico de los diámetros y materiales de la red, y, por otro lado, calcular posteriormente y de forma explícita las presiones en cada punto del sistema, una vez que los diámetros han sido fijados, para cada configuración de demanda instantánea que se formule (análisis en régimen permanente de la red).

Todos estos aspectos técnicos refuerzan a que se opte por una topología de red de tipo ramificado que, junto con el trazado de esta, se tomarán como base para la optimización de la red con criterios económicos, necesitando previamente calcular los caudales de diseño que circularán por las líneas en el periodo punta para la alternativa de cultivos considerada en la zona regable.

1.5. TRAZADO DE LA RED

Definido el punto de alimentación de la red a proyectar (Balsa de regulación de Racó del Capa) alimentada por gravedad desde el aliviadero de la Balsa del Pla 2, se requiere localizar los hidrantes que abastecerán a cada una de las parcelas.

La elección del punto de ubicación del hidrante se fundamenta en:

- Centrarlo lo máximo posible en la unidad de riego, en la franja reservada en el proceso de concentración parcelaria para albergar la tubería y siempre ubicándolo lo más próximo al camino de acceso que resulte posible.
- Buena accesibilidad para facilitar su manejo y mantenimiento desde los caminos de servicio o servidumbre accesible.

En un diseño óptimo (construcción-explotación de la red) no sólo se considera el coste de implantación de la red, sino también se atenderá a la comodidad de explotación de la red y de las parcelas, facilitando a los usuarios sus labores culturales y de riego sin interferencias de acuerdo con las parcelas ya existentes.

En algunos casos particulares se ha adoptado por una solución de compromiso en la que se ha ponderado por un lado los deseos del agricultor y la calidad de la distribución de agua de riego y por otro lado el coste de la red y la funcionalidad de esta.

En el hidrante de riego se medirá el caudal consumido, regulará la presión y limitará el caudal de servicio según la superficie servida. Es, por tanto, un elemento esencial para asegurar el buen funcionamiento de la red y debe estar accesible en caso de avería o mal funcionamiento.

El trazado de la red (distribución física en planta y la conexión entre sus elementos) suele estar normalmente determinado a priori por multitud de condicionantes espaciales, urbanísticas y de otro tipo, que tienen poca o ninguna relación con criterios de diseño desde un punto de vista hidráulico- funcional (e incluso económico), limitando y restringiendo los posibles trazados a unas pocas alternativas.

En las zonas agrícolas estos condicionantes son en su mayoría de carácter socioeconómico (estructura agrícola y catastral, caminos, infraestructuras, servidumbres, expropiaciones, etc.) y técnico, derivados de la propia heterogeneidad de la zona regable. Entre estos últimos cabe destacar la ubicación de los hidrantes de riego, la ubicación de la fuente de agua y las características geotécnicas y/o topográficas del terreno.

Estos condicionantes ligados entre sí y que determinan e imponen el trazado final de la red, motiva el que se dedique el contenido de este apartado al análisis y la problemática de las condiciones del trazado en planta de los elementos de la red, ya que no existe una total libertad para ejecutar éste en el espacio físico previsto, por cuanto se tiene en cuenta el trazado en función de la ordenación del territorio y otras disposiciones técnicas.

El problema de optimizar la distribución en planta se orienta a disminuir los costes de inversión y operación, y puede ser abordado desde dos puntos de vista bien diferentes:

- El primero supone una total libertad para ejecutar el trazado de la red en el espacio físico previsto (este punto de vista resulta poco realista por cuanto no se tiene en cuenta los costes asociados al trazado según la ordenación del terreno: es evidente que el hecho de trazar la red a través de propiedades privadas o en terrenos con mala accesibilidad comporta unos perjuicios económicos que son difícilmente evaluables).

- El segundo punto de vista, sin duda más realista, consiste en la selección de posibles alternativas de trazados sobre las zonas públicas y de paso disponibles, teniendo en cuenta la distribución del territorio sobre la que se asienta la red, seleccionando la alternativa más económica.

Se debe de tener en consideración en la elección de los trazados los posibles servicios que puedan resultar afectados por las conducciones dado que, en ocasiones, los costes derivados de su reposición, la complejidad de su desvío, la interrupción temporal o las servidumbres que imponga, pueden resultar muy importantes.

Otros factores limitantes que hay que tener en cuenta son los siguientes:

- Características topográficas y orográficas locales: pendientes, bancales, barrancos, desagües naturales, arroyos, núcleos urbanos, etc. Peligro de sobrepresiones (timbrajes) o depresiones (cavitación) originados por la topografía del terreno, colocación de ventosas, desagües.
- Características geotécnicas del terreno: zonas pantanosas, afloramientos rocosos, inestabilidad de taludes, niveles freáticos, suelos agresivos, etc.
- Dispersión del emplazamiento de cada hidrante.
- Lindes y distribución de las parcelas, zonas excluidas del regadío.
- Construcciones e infraestructuras existentes: granjas, canteras de áridos, naves, grandes vías de comunicación (autovías, ferrocarril), líneas eléctricas, gasoductos, etc.
- Red y estado de caminos principales y secundarios.
- Facilidad en el momento de la ejecución.
- Facilidad de detección de averías y libre acceso de los operarios de la Comunidad de
- Regantes para eventuales reparaciones y operaciones de mantenimiento.
- Sociales: expropiaciones, creación de servidumbres permanentes de paso, ocupaciones temporales, etc.
- Económicos: minimizar el coste tanto de la inversión inicial como de la explotación.
- Ambientales: evitar zonas forestales, choperas, espacios protegidos, etc.

De este modo, a la hora de establecer el trazado definitivo de la red, se realiza con los siguientes criterios de diseño y teniendo en consideración los factores limitantes anteriormente mencionados:

- El trazado se ha realizado por proximidad, minimizando las distancias de modo ponderado en función del posible diámetro de la tubería y, siempre, priorizando el acceso a la red en la ejecución y conservación de la obra.
- La red de riego se ha diseñado de forma que los cruces con carreteras (nacionales, comarcales y locales), se produzcan lo menos posible. En estos casos interesa aprovechar las infraestructuras existentes (puentes, túneles, pasos de la CCRR, etc.) o buscar aquellos lugares donde la obra presente menos dificultades.
- Se han buscado arterias principales para el transporte del agua de forma que, en todos sus tramos, el sentido de avance del agua se aleje lo más rápidamente posible del punto de cabecera de la red.
- No se atraviesan parcelas, excepto en el caso de que cruzándolas se reporte un ahorro manifiesto en la economía de la red. En estos casos se cuidará de que no queden elementos funcionales de la red (ventosas, desagües, válvulas de seccionamiento) dentro de los recintos atravesados.

En la confección de bifurcaciones y cambios de dirección, es conveniente respetar una serie de criterios generales como son:

- Realizar bifurcaciones desde una tubería aguas arriba a dos aguas abajo (confluencia de tres tuberías), limitando las bifurcaciones de una tubería de tres conducciones (confluencia de cuatro tuberías), por la dificultad de ejecutar las piezas especiales necesarias para codos de cuatro tuberías, salvo que sean ortogonales.
- Realizar las bifurcaciones con ángulos menores de 90º (y si es posible, menores de 45º) respecto a la dirección de alimentación, para evitar pérdidas de carga, vibraciones, erosiones, cuantiosas en la bifurcación.
- Los cambios de dirección de la red principal se prevé dotarlas del mayor radio de curvatura admisible, evitando cambios abruptos de dirección por unión en ángulo vivo de tramos de tuberías.

1.6. PARÁMETROS BÁSICOS DEL RIEGO

Como se ha comentado, el riego se proyecta un riego a la demanda, lo que no excluye de ciertos condicionantes, entre ellos, que los caudales susceptibles de ser suministrados por los hidrantes sean controlados, a fin de evitar posibles abusos.

Para ello, cada hidrante está dotado de un limitador de caudal que impide sobrepasar de una determinada cifra, fijada de antemano, incluso cuando éste se encuentra totalmente abierto. El limitador de caudal, junto con el regulador de presión, cumplen conjuntamente el cometido de ajustar los condicionantes hidráulicos básicos de diseño en que ha de producirse el suministro de agua a los usuarios.

Los principales factores que intervienen en la determinación de la dotación o caudal de suministro al hidrante son:

- Superficie de la agrupación de riego abastecida (S).
- Sistema de riego utilizado (en todos los casos se proyecta para riego por aspersión).
- Necesidades hídricas máximas de los cultivos para la alternativa prevista: caudal ficticio continuo (qfc).
- Jornada efectiva de riego (JER).
- Rendimiento de la red (r).
- Grado de libertad (GL).

Es fundamental para un correcto diseño establecer acertadamente qfc, r y GL ya que constituyen tres parámetros básicos para el diseño de la red colectiva. Para ello deben responder al tipo de cultivos y gestión efectiva de la red durante la explotación, no pudiendo ser adoptados miméticamente de un sistema a otro, incluso dentro de una misma comarca, dado que el tipo de alimentación del sistema (desde

balsa, o bombeo directo), la existencia o no de telecontrol o la sociología de los regantes pueden ser fuentes de cambios apreciables (Aliod, 2011).

1.6.1. CAUDAL FICTÍCIO CONTÍNUO

El primer paso es calcular el caudal ficticio continuo (qfc) de la alternativa de cultivos adoptada para la zona regable. Éste es el caudal que habría que suministrar a una hectárea con una proporción de cultivos igual a la prevista en la zona regable de forma continua y permanentemente durante las 24 horas del día para satisfacer las necesidades brutas de la alternativa de cultivos durante el período punta.

Sabiendo que el consumo bruto mensual máximo es de **173,4 mm** de agua, que corresponde con el consumo del mes de julio, considerando una eficiencia de aplicación de 75% para el riego mediante aspersión y del 85 % para el riego localizado-goteo; se obtiene el siguiente caudal ficticio continuo (qfc):

$$\boldsymbol{q_{fc}} = \frac{1734\, m^3 \times\ 10^3 l/m^3}{24h/dia \times 31\ dia\ \times 3600seg/h \times ha} = \mathbf{0,65\ \ l/s \times ha}$$

Se ha tenido en cuenta una jornada efectiva de riego de 24 horas durante 7 días.

1.6.2. JORNADA EFECTIVA DE RIEGO

El caudal ficticio continuo, determinado anteriormente, se ha calculado suponiendo que se regaba durante las 24 horas del día; cuando se puede suponer que las instalaciones de riego colectivo sólo van a estar funcionando un cierto número máximo de horas al día, que es lo que se denomina Jornada Efectiva de Riego (JER).

La duración de la JER es muy variable y dependerá del sistema de alimentación de la red (gravedad o bombeo directo), del sistema de riego en parcela, de los tiempos muertos no hábiles, de los asociados a paradas técnicas, de las condiciones climatológicas predominantes en la zona para evitar regar en las horas de más insolación o en las de viento intenso, de las costumbres locales de los agricultores, del nivel de automatización tanto de la red colectiva como la red en parcela, y de la posibilidad de funcionamiento en franjas horarias de menor coste energético.

Por otro lado, aceptar un aprovechamiento máximo de la red durante las 24 horas del día puede resultar arriesgado al suponer caudales de diseño menores, lo que conduce a diámetros de las conducciones inferiores, lo que supondría un infradimensionado de la red para duraciones reales de la JER menores.

En nuestro caso, al ser este un sistema de riego alimentado desde la balsa regulación y no con inyección directa a red, se consideran las 24 horas del día como horas de riego disponible y por lo tanto establecemos la JER de 24 horas.

Respecto al bombeo de agua desde la estación de bombeo a balsa del Pla (balsa de almacenamiento) se dará prioridad a las horas de producción solar, dejando como una garantía de servicio las horas nocturnas que se corresponden con período P6 dentro de la tarifa de 6 períodos actual.

1.6.3. RENDIMIENTO DE LA RED

Se define el rendimiento de utilización o de uso de la red de riego (r) al cociente:

$$r = \frac{T_r}{T}$$

siendo T el periodo de tiempo de referencia y T_r el periodo de tiempo que se utiliza la red durante el periodo de referencia T; es decir, el parámetro r mide la proporción del tiempo en que efectivamente se aplica el riego, T_r.

Normalmente se emplea como rendimiento de utilización la relación entre la jornada efectiva de riego y la jornada ficticia continua, o sea:

$$r = \frac{JER}{24} = \frac{24}{24} = 1$$

1.6.4. GRADO DE LIBERTAD Y GARANTÍA DE SUMINISTRO

En el cómputo de la dotación de un hidrante se precisa conocer los siguientes parámetros:

q_{fc}= Caudal ficticio continuo.

S_p = Superficie de la parcela.

Q_{dot} = Dotación de caudal para la parcela (m^3/s)

r = Rendimiento operativo de la red.

El tiempo de uso asociado a un hidrante, t, equivale al tiempo necesario para recibir el volumen de agua que requiere la parcela, según las necesidades de los cultivos, dadas por q_{fc} es decir:

$$10^3 \times Q_{dot} \times t = \ q_{fc} \times S_p \times T$$

Despejando t se obtiene el tiempo de riego de la parcela para el hidrante instalado:

$$t\ = \frac{q_{fc} \times S_p}{10^3 \times Q_{dot}} \times T$$

La probabilidad de apertura de un hidrante se define como el cociente entre el tiempo que el hidrante debe estar abierto, t, respecto al tiempo efectivamente disponible para regar, T_r. Esta probabilidad se evalúa:

$$p = \frac{t}{T_r} = \frac{1}{r} \times \frac{t}{T} = \frac{q_{fc} \times S_p}{10^3 \times Q_{dot}} \times \frac{1}{r}$$

El grado de libertad, GL, del hidrante se define como el inverso de la probabilidad y representa el número de veces que el tiempo realmente disponible (tiempo de disponibilidad efectiva de la red), T_r, contiene al tiempo necesario para el riego (tiempo necesario de apertura de hidrante), t, y se expresa como:

$$GL = \frac{1}{p} = \frac{T_r}{t} = \frac{10^3 \times Q_{dot} \times r}{q_{fc} \times S_p} \qquad ; \qquad Q_{dot} = \frac{q_{fc} \times S_p \times GL}{10^3 \times r}$$

y representa un margen de seguridad en la aplicación del riego, puesto que, si el riego se interrumpe durante la campaña por cualquier causa, es posible recuperar el déficit en horas sobrantes de la JER.

Obsérvese que el cómputo de la probabilidad de apertura de hidrante (o GL) mediante las expresiones anteriores supone implícitamente que:

- El caudal extraído por el hidrante es constante e igual al valor de la dotación, Q_{dot}.
- Todas las horas del tiempo T_r son indistintamente utilizadas para el riego por los usuarios, o lo que es lo mismo, el riego puede iniciarse indistintamente en cualquier momento dentro de T_r con igual probabilidad (la probabilidad de apertura en el intervalo T_r es constante).

La ecuación anterior pone de manifiesto que el GL representa la relación entre el caudal real derivado a la parcela y el que debería derivarse de forma permanente y continua durante la JER. Es, pues, un indicador del exceso de caudal aportado a la parcela para reducir su tiempo de riego por lo que la libertad para organizar el riego aumentará con el GL. Ésta es precisamente la razón por la cual suele darse un GL mayor cuanto menor es el tamaño de la parcela recomendando, para que la fórmula de *Clément* para el cálculo de caudales en redes a la demanda pueda ser de aplicación, un valor mínimo del grado de libertad de 1,5 (con valores menores, la probabilidad de que la toma de riego esté abierta comienza a ser demasiado alta como para que se pueda aplicar el modelo de Clément).

El GL no debe asimilarse a un coeficiente de seguridad, sino que es una condición para que exista la libertad suficiente en el riego a la demanda. Fuera del periodo punta el GL es mayor al ser el caudal ficticio más pequeño. Es evidente, no obstante, que el suministro de grandes caudales para ser utilizados solamente algunas horas al día es muy costoso y que la red de distribución será tanto más cara cuanto mayor sea la libertad concedida a los regantes.

1.6.5. DOTACIONES

Los parámetros S_p, Q_{dot}, q_{fc}, T_r y t, no son independientes entre sí, puesto que el volumen a suministrar a la superficie S durante el tiempo T_r ha de ser aportado por un caudal constante Q_{dot} durante un tiempo t de apertura del hidrante, por lo que, si en la expresión del cálculo de la dotación se imponen todos los términos excepto uno, éste queda fijado dado por la misma.

Conocido el caudal ficticio continuo, la superficie de la agrupación de riego y r, para calcular el módulo o la dotación del hidrante se puede proceder de dos formas: asignar una dotación constante a todas las unidades de riego cuya superficie se encuentre comprendida entre un valor mínimo y máximo, por lo que el GL variará de una unidad de riego a otra; o alternativamente, puede fijarse un GL común a todas las unidades y utilizar la relación desarrollada en el apartado anterior para determinar una dotación específica y adaptada a cada agrupación.

En nuestro caso, para el cálculo de las dotaciones de los hidrantes se ha procedido a fijar el caudal máximo y calcular, conocido el caudal teórico y el parámetro r, el grado de libertad asociado al hidrante para la superficie que sirve.

En riego a la demanda, el caudal asignado a cada toma es superior al caudal ficticio continuo necesario. Cada usuario utilizará efectivamente su hidrante/toma durante un período que, de media, será inferior a 24 horas por día. De aquí resulta que la probabilidad de que todos los hidrantes/tomas se abran al mismo tiempo es mínima y, por tanto, no es razonable calcular la red para transportar el caudal acumulado.

El cálculo de caudales en este tipo se apoya en un razonamiento de probabilidades. El caudal de cabecera de la red de riego establecido de acuerdo con la primera fórmula de CLEMENT para rees de riego se ajusta a la siguiente fórmula:

$$Q = \sum R_i \times p_i \times d_i + \bigcup (P_q) * \sqrt{\left(\sum R_i \times p_i \times q_i \times d_i^2\right)}$$

Donde:

R_i = Número de tomas con una probabilidad de funcionamiento p_i

p_i = Probabilidad de funcionamiento de un hidrante/toma

d_i = Caudal del hidrante/toma en l/s

$U(P_q)$ = Función de calidad de funcionamiento de la red que toma los siguientes valores:

N.º DE TOMAS	CALIDAD FUNCIONAMIENTO (P_q)	$U(P_q)$
N.º TOMAS < 4	100	
4 ≤ N.º TOMAS < 10	99	2,324
N.º TOMAS ≥ 10	95	1,645

Tabla 1. Valores de U en función del número de tomas.

Se plantean sorteos encadenados con un nivel de apertura de hidrantes equivalente al caudal de Clement estimado para esta red, planteándose refuerzos en las zonas limitantes por presiones o por velocidades.

1.7. PRESIÓN DE CONSIGNA EN LOS HIDRANTES

En este apartado se tratará de las presiones de servicio (presión de consigna) que debe garantizarse en los puntos de consumo (hidrantes) cuando se aborde el diseño de la red. Los diámetros de las tuberías y/o las alturas en cabecera deberán ser tales que teniendo en cuenta las pérdidas de carga que se producen para los caudales solicitados y las cotas geométricas del sistema, las presiones de servicio sean como mínimo las adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos del sistema de riego implantado en parcela (en nuestro caso, aspersión), de forma que se garantice una alta uniformidad en la distribución del agua.

Como es bien conocido, en toda red colectiva de riego a la demanda, la presión varía mucho según los caudales que se consuman. Igualmente, es importante no tener presiones excesivas en el sistema, dado que éstas pueden dar lugar a diferentes problemas como:

- Encarecimiento del conjunto de las instalaciones de la red que deben soportar mayores presiones (tanto las colectivas como las particulares a nivel de parcela).
- Mayor consumo energético si el sistema es alimentado por grupos de bombeo, ya que es necesario elevar la presión de todo el caudal que se suministra y no de solo el que abastece los hidrantes situados por encima de una determinada cota.
- Incremento de las pérdidas de agua por posibles fugas y mayor número de averías en las instalaciones.

Además, una de las principales premisas que configuran una red colectiva de riego es que debe atender de forma equitativa (en relación a la presión de servicio) a un amplio colectivo de usuarios con requerimientos muy dispares de superficies regables, caudales punta y horarios de riego, evitando que aquellas unidades de riego que por su localización favorable cuenten con una mayor cota piezométrica puedan disponer de mayor caudal instantáneo en perjuicio de las de situación más desfavorables.

Por esto es por lo que se llega a la conveniencia de ajustar los condicionantes hidráulicos de diseño en que ha de producirse el suministro de agua a los usuarios, uniformando lo más posible las presiones de servicio en todas las acometidas y limitando las variaciones de presión mediante el uso de pilotos reguladores de presión instalados en cada hidrante, cuyo cometido consiste precisamente en mantener constante un valor prefijado de presión de consigna aguas abajo del mismo, de modo que los dispositivos instalados para el sistema de riego en parcela funcionen adecuadamente a la vez que se garantiza un correcto servicio en toda la red de riego.

Como el valor de la presión mínima requerida en los hidrantes está referido a la entrada de estos, para su determinación es preciso tener en cuenta una serie de factores que intervienen de forma directa en la obtención de esta, tales como: la presión de servicio de los emisores de riego, la uniformidad del riego, las distintas pérdidas de carga (en laterales, terciaria, valvulería, filtros, accesorios, elementos), el desnivel topográfico, etc.

Así, puesto que en la zona regable se utilizará mayormente el riego por aspersión y el riego por goteo, y dado que las presiones requeridas son mayores en el riego por aspersión, se considera que la presión suficiente para regar con este sistema es de 25 m.c.a en punta de aspersor.

Para conseguir esta presión a la salida del aspersor es recomendable un diseño racional del sistema de riego en parcela, de forma que cumpla los requerimientos de diferencia de presión permitidos en la subunidad, a fin de no incurrir en una desuniformidad de distribución de agua excesiva. Se ha estimado unas pérdidas para el amueblamiento interior de la finca de 0,0075 m.c.a/m de distancia entre la salida de la toma y el aspersor más alejado.

Seguidamente se han tenido en cuenta las recomendaciones de los fabricantes en cuanto al cálculo de las pérdidas de carga en función del caudal que circula por los distintos elementos que componen el conjunto hidrante (filtro cazapiedras, contador, válvula hidráulica, válvula de corte, codos y curvas) más una reserva. En total se consideran 10 m.c.a.

Por lo tanto, la presión a garantizar en todos los hidrantes, de acuerdo con las características de la zona proyectada, del tamaño medio de parcela y/o subunidad de riego, además de los parámetros intrínsecos al sistema de riego por aspersión, será de necesaria para garantizar una presión de 25 m.c.a en punta del aspersor situado en la cota más desfavorable de la parcela y/o unidad de riego. Este valor teóricamente debería estar disponible en todos los hidrantes en todas las combinaciones de demanda para las condiciones de diseño.

De esta manera, la presión de consiga (Pc) en el hidrante se ha estimado de la siguiente forma:

- Cota del hidrante
- Cota más elevada de la agrupación dominada por el hidrante.
- Presión mínima en punta de aspersor: 25 m.c.a.
- Altura del emisor: 3 m.c.a.
- Perdidas en equipos de hidrante, amueblamiento del riego en parcela, reserva de cota, error topográfico: 10 m.c.a.

No obstante, se contempla un proceso de reducción de presión de consigna en la fase de dimensionado de aquellos hidrantes que resulten más críticos y cuyos requisitos de presión encarecen en mayor medida los costes de las conducciones, de manera que racional y ordenadamente puedan ser reducidos los requisitos de presión en los mismos, con objeto de rebajar el coste del sistema.

En la tabla del apéndice n.º 1 se muestra, para cada hidrante, su denominación, el número de ramal y el pk, sus coordenadas geográficas (X, Y y Z), su dotación, las presiones en el nodo, tipo de hidrante, número de tomas, DN cuello de cisne y de la válvula de compuerta junto con las características de las tomas parcelarias de cada hidrante.

1.8. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO DE LA RED.

Una vez definidas tanto las condiciones de servicio para cada uno de los hidrantes de riego que abastecen a las diferentes agrupaciones (módulo, presión y superficie a regar) como la topología de la red (trazado y elementos: balsa, nudos de consumo, nudos de unión, etc.), se procede en este apartado a la determinación de los caudales de diseño que circularán por cada uno de los tramos o líneas de que consta la red de riego como paso previo al dimensionado de los diámetros de los tramos que componen la red de transporte.

Como se planteó en el apartado n.º 3, la condición de red estrictamente ramificada implica que es posible calcular los caudales circulantes por las líneas, conociendo únicamente los consumos en los nudos, e independientemente del diámetro de las tuberías.

Lo caudales de diseño que sirven para el dimensionamiento de una red de riego son muy variables a lo largo de la campaña de riego dependiendo, entro otros, del sistema de riego, de la organización del mismo, de la distribución de cultivos en la zona regable, de la fase de crecimiento de los cultivos, de las condiciones meteorológicas, de la eficiencia de aplicación de los sistemas de riego y de los hábitos de los agricultores, por lo que su determinación es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el proyectista.

La red colectiva de riego se ha proyectado para su manejo a la demanda, de forma que cada agricultor riegue cuando le sea más conveniente (con la limitación del caudal máximo, módulo o dotación en la toma de riego) y siempre y cuando no sobrepase el número máximo de hidrantes abiertos durante la duración del mismo, lo que produce una incertidumbre de este método de entrega en la determinación de los caudales circulantes por las líneas que componen la red, al no conocerse el momento de la apertura y cierre de cada una de las tomas de riego.

Esta característica introduce el problema de la simultaneidad en el riego; es decir, los caudales circulantes por cada uno de los tramos de la red serán en todo instante una función aleatoria variable a lo largo del día, ya que depende de la probabilidad de coincidencia en el riego de las tomas a las que abastece.

En este tipo de redes, evidentemente, el máximo caudal circulante sería el que corresponde a la máxima demanda, es decir, la correspondiente a todas las tomas de riego abiertas. Esta situación rara vez se va a producir, por lo que el dimensionamiento de la red de riego con estos caudales sobredimensionaría de forma excesiva la red. Para evitar este problema, los caudales circulantes son determinados mediante procedimientos estadísticos basados en el cálculo de probabilidades.

1.8.1. METODOLOGÍA DE CLÉMENT PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES EN RIEGOS A LA DEMANDA

La determinación de los caudales circulantes es una fase muy importante del proceso de diseño de una red de riego. Si se asumen demandas inferiores a las reales no se podrán satisfacer adecuadamente, lo cual dará lugar a mermas en la producción y a conflictos entre los usuarios.

En una red de riego a la demanda cada usuario puede abrir su punto de consumo cuando estime conveniente, si bien con unos ciertos condicionantes derivados del cultivo (necesidades de riego) y del hidrante de que disponga (umbral máximo de caudal y presión), así como disponibilidad para el usuario.

El caudal circulante por un tramo de la red será una función aleatoria, dependiente del número de puntos de consumo abiertos, y del caudal que derive por cada uno de estos. Por ello, el enfoque tradicional de las fórmulas de cálculo de caudales punta en redes de riego a la demanda ha consistido en caracterizar el comportamiento de los agricultores, ajustándolo a un método o distribución estadística, mediante el cual se estima con una determinada probabilidad del número de agricultores que pueden tener abiertos sus hidrantes/tomas simultáneamente.

Entre los distintos métodos de cálculo propuestos por los especialistas para el cálculo de los caudales circulantes en una red de riego a la demanda destaca la primera fórmula establecida por René Clément en el año 1955, y perfeccionada y generalizada en 1966, en el artículo "*Calcul des débits dans les réseaux d'irrigation fonctionnant a la demande de La Houille Blanche*".

Esta fórmula, en origen simplificada porque asume que las tomas a abastecer son iguales y tienen la misma probabilidad de funcionamiento, es la base de la mayor parte de los métodos de cálculo propuestos y empleados hasta la actualidad.

Clément establece la fórmula en dos etapas. En la primera se analiza comportamiento de un usuario, que se caracteriza como un ensayo de Bernoulli. Un usuario puede tener su toma abierta o cerrada. La probabilidad de que esté en uno u otro estado está directamente relacionada con las características del hidrante de que disponga. En la segunda se estudia el comportamiento conjunto de todos los usuarios, que se caracteriza como una suma estadística de ensayos de Bernoulli. En una red de riego a la demanda cada usuario puede realizar el riego cuando le convenga, es decir, cada una de las tomas puede estar abierta o cerrada de forma independiente a las otras. Clément supone que el comportamiento conjunto de todos los usuarios se pueda aproximar mediante una variable aleatoria de distribución binomial y extenderse, cuando el número de usuarios es suficientemente grande, a una distribución normal.

En 1966 Clément presenta una generalización de la fórmula básica de 1955. Esta generalización se conoce como la primera fórmula generalizada de Clément y es el procedimiento de cálculo de caudales para el diseño de redes de riego más utilizado y estudiado hasta la actualidad.

Para generalizar la fórmula Clément utiliza la misma idea de separación por clases, aplicación independiente y suma de resultados que un año antes habían publicado Boissezon y Haït, si bien la separación que establece es mucho más simple y directa, radicando ahí gran parte de su éxito posterior.

En el auge de la transformación del regadío en Francia, en los años sesenta, otros especialistas (Boissezon y Haït, 1965) y el propio Clément (segunda fórmula generalizada en 1966) propusieron otros métodos introduciendo modificaciones en las bases estadísticas de cálculo, que perseguían un ajuste más preciso al comportamiento de los usuarios, pero no supusieron un gran avance ni fueron adoptados en la práctica general.

1.8.2. PRIMERA FÓRMULA GENERALIZADA DE CLÉMENT

En 1966 Clément presenta en el artículo "*Calcul des débits dans les réseaux d'irrigation fonctionnamt a la demande*" una generalización de la fórmula básica de 1955.

Esta generalización se conoce como la primera fórmula generalizada de Clément y es el procedimiento de cálculo de caudales de diseño de redes de riego más utilizado y estudiado hasta la actualidad. La fórmula primigenia estaba desarrollada bajo la hipótesis de que todas las tomas servidas eran iguales, lo cual no se ajusta a la realidad ya que las parcelas no son iguales y tienen dotaciones y grados de libertad diferentes.

Para generalizar la fórmula Clément utiliza la misma idea de separación por clases, aplicación independiente y suma de resultados que un año antes habían publicado Boissezon y Haït, si bien la separación que establece es mucho más simple y directa radicando ahí gran parte de su éxito posterior.

La fórmula para determinar el caudal Q necesario para atender las necesidades de un conjunto de n tomas iguales es:

$$Q = npd + \bigcup \sqrt{npd^2(1-p)}$$

Para su aplicación a un conjunto de tomas heterogéneas Clément propone aplicar la fórmula de manera individual a cada una de las tomas y luego agregar los resultados obtenidos, de forma que la primera fórmula generalizada se puede escribir como:

$$Q = \sum p_i d_i + \bigcup \sqrt{\sum p_i\, d_i^2 (1-p_i)}$$

En donde:

- Q es el caudal del tramo en estudio.
- p_i es la probabilidad de que el hidrante esté funcionando. Se define como el cociente entre el número de horas/día (t') que el agricultor debería tener abierta su toma en el periodo de máximo consumo para dar a las plantas la dotación diaria precisas y el número de horas/día (t'') en que la red está capacitada para transportar la dotación diaria.

$$p_i = \frac{t'}{t''}$$

- d_i es la dotación de cada uno de los hidrantes situados aguas debajo de este tramo. Se calcula para cada hidrante.
- U es la variable tipificada de una distribución normal N (0,1), su valor es variable en función de la garantía de suministro seleccionada (probabilidad de que un número máximo determinado de tomas estén funcionando en un momento dado)

La expresión de Clément, como todo ajuste estadístico, no es válida para muestras reducidas. Si se aplica en tramos terminales de la red que sirven a un número pequeño de tomas se pueden obtener valores superiores a los que resultarían de la acumulación directa de las dotaciones de cada toma. Como esta suma directa implica ya una garantía de suministro del 100%, adoptar valores superiores supone sobredimensionar la red. Por ello, en el cálculo se adopta el criterio de fijar como caudal de diseño de cada tramo el correspondiente al menor absoluto entre el valor Q obtenido por aplicación de la fórmula y el valor Σd_i, quedando además cubierta de esta forma la posibilidad de coincidencia total de la demanda en los terminales (Granados, 1986).

1.8.3. GARANTÍA DE SUMINISTRO.

Como hemos visto en el apartado anterior, la formulación matemática para el caudal de diseño en cabecera (Qd) para una determinada garantía de suministro (GS) o calidad de funcionamiento (CF) y aplicando la metodología de Clément, obtiene una expresión del siguiente tipo:

$$Q_d(GS) = \mu + U\,(GS) \times \sigma$$

La función de distribución de caudales es del tipo normal siendo μ la media de la distribución y σ la desviación típica.

La garantía de suministro es el valor, en porcentaje, de la probabilidad estadística de que los caudales circulantes por la red, durante el período punta de consumo, no superen a los de diseño. De esta manera Q=μ+U·σ representa el límite superior del intervalo de confianza cuyo coeficiente de confianza viene dado por el parámetro GS, y donde los valores de U son los percentiles de la función de distribución normal asociados a los coeficientes GS (tabla 2).

Esta garantía de suministro es variable en función del nivel de calidad que quiera darse al dimensionado de la red, evitando el sobredimensionamiento de esta, y sus valores más frecuentemente adoptados oscilan en torno al 90-99 %.

GS (%)	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99,9
U	1,285	1,345	1,405	1,475	1,555	1,645	1,755	1,885	2,055	2,324	3,090

Tabla 2. Valores de U en función de la garantía de suministro.

El valor que adoptar de la GS es fijado en función del nivel de garantía que se quiera dar a la red, adoptando dos maneras: dando un único valor para todos los tramos o fijar valores de garantía decrecientes conforme aumenta el número de tomas derivadas por el tramo (siguiendo la idea de que a mayor número de tomas menor es la probabilidad de que todas estén abiertas).

Para el caso que nos ocupa se aplica una garantía de suministro del 99% para n.º de tomas > 4 y del 95% para n.º tomas >10.

1.8.4. CAUDALES DE LÍNEA.

El cálculo de los caudales de línea aplicando la formulación de Clément se realiza a todos los nudos de la red mediante herramienta informática desarrollada a tal efecto, dado el elevado número de operaciones que conlleva.

De acuerdo a los supuestos expuestos anteriormente y con las dotaciones, superficies abastecidas, caudal ficticio continuo, JER y rendimiento de uso de la red fijados en el apartado nº 6, que en definitiva son los parámetros que establece la probabilidad de apertura del hidrante, se determinan los caudales de diseño de todos los tramos de tuberías de la red que compone el presente proyecto mediante la herramienta específica contenida en la aplicación GESTAR 2010 y considerando diferentes valores de la GS en función del número de hidrantes alimentados por la línea, tal y como se ha fijado en el apartado anterior.

Los caudales de diseño así obtenidos se listan al final de este anejo, en el apéndice nº 2 , donde se presenta una tabla que indica el caudal acumulado, el caudal de Clément y el de diseño asociado a cada línea.

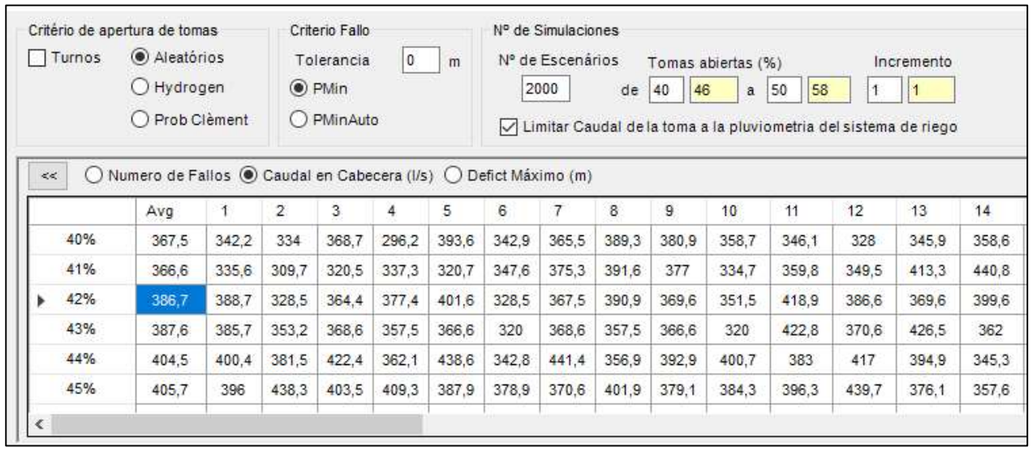
El caudal total acumulado (Qo), suma de todas las dotaciones de los hidrantes proyectados para la red, es de 899 l/s. El caudal de diseño en cabecera (Qd), evaluado según la formulación de Clément es de 381 l/s.

El coeficiente o grado de simultaneidad de diseño de la red (CS) se define como el cociente entre el caudal de diseño de la línea de cabecera (Q_d) y el caudal total instalado (Q_o) que se obtendría con todas las tomas abiertas, multiplicado por 100. En ningún caso, evidentemente, puede ser Q_d mayor que Q_o, situación que podría presentarse si se aplica la fórmula de Clément a un número muy reducido de tomas.

En consecuencia, la simultaneidad de diseño, es decir, el porcentaje máximo de hidrantes que en promedio pueden permanecer abiertos simultáneamente a efectos de comprobación de la condición de diseño de la red es:

$$CS = \frac{Q_d}{Q_o} = \frac{381}{899} = 0{,}42 \approx 42\%$$

El coeficiente o grado de simultaneidad de la red proyectada, obtenido mediante la comprobación del funcionamiento según las condiciones de diseño, se considera del 42 %.



	Avg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
40%	367,5	342,2	334	368,7	296,2	393,6	342,9	365,5	389,3	380,9	358,7	346,1	328	345,9	358,6
41%	366,6	335,6	309,7	320,5	337,3	320,7	347,6	375,3	391,6	377	334,7	359,8	349,5	413,3	440,8
42%	386,7	388,7	328,5	364,4	377,4	401,6	328,5	367,5	390,9	369,6	351,5	418,9	386,6	369,6	399,6
43%	387,6	385,7	353,2	368,6	357,5	366,6	320	368,6	357,5	366,6	320	422,8	370,6	426,5	362
44%	404,5	400,4	381,5	422,4	362,1	438,6	342,8	441,4	356,9	392,9	400,7	383	417	394,9	345,3
45%	405,7	396	438,3	403,5	409,3	387,9	378,9	370,6	401,9	379,1	384,3	396,3	439,7	376,1	357,6

Figura 2. Simulador de escenarios de demanda de SIGOPRAM.

1.8.5. CONSIDERACIONES FINALES

Como consecuencia de emplear la metodología descrita, se remarca que los caudales de diseño obtenidos mediante la formulación de Clement, no se corresponden con ninguna combinación de apertura real de hidrantes, apareciendo valores a veces muy alejados del caudal realmente obtenido en cualquier combinación de demanda, especialmente en condiciones en que se combinan un número reducido de hidrantes con alta dotación, pero baja probabilidad de uso (GL alto).

Aunque el comportamiento real de toda la red colectiva siempre se va a apartar de los supuestos teóricos simplificativos establecidos en el cálculo, normalmente, en la mayoría de las zonas regables es suficiente con aplicar la fórmula de Clément sin introducir medidas correctoras (Granados 1990), ya que las distorsiones que se produzcan quedan compensadas por efectos tales como que:

- Coeficientes de seguridad que facultan a la red para dar una respuesta adecuada frente a incrementos de demanda no previstos, como el rendimiento de la red (r) que origina una mayoración global de caudales sobre el valor estricto para atender las necesidades de riego diarias.
- En la zona regable siempre suele haber una cierta proporción de tierra útil no cultivada durante cada campaña de riegos.
- El cálculo de caudales se realiza para las condiciones punta de consumo, es decir, en el mes de máximas necesidades, período corto en comparación con la duración de toda la campaña de riegos. Por ello, el agricultor suele estar predispuesto a efectuar medidas correctoras durante el período punta si las circunstancias lo exigen y siempre que la deficiencia no sea consecuencia de un efecto sistemático de diseño.

Así, si el regante tiene poca presión a ciertas horas por un exceso de demanda, se buscará otro horario de riego, y si el problema es más grave, puede pasarse a riego a turnos o demanda restringida durante el mes punta de consumo.

- El agua se cobra a los usuarios no según la superficie que rieguen, sino proporcionalmente al volumen que consuman, medido por contadores instalados en los hidrantes, lo que permite moderar los abusos que ocasionaría un suministro a la demanda no controlado.

1.9. DIMENSIONAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED.

1.9.1. INTRODUCCIÓN

Una vez cubierta las etapas de configuración de la topología y el trazado de la red, establecidos los caudales que es necesario distribuir por cada uno de los tramos y fijadas las presiones mínimas que se deben garantizar en los hidrantes, se procede en este apartado al dimensionado de la red, esto es, la determinación de una combinación de diámetros y materiales tales que satisfagan ciertas restricciones en cuanto a valores de presión en nodos y velocidad en líneas.

El dimensionamiento hidráulico de una tubería tiene por objeto principal la determinación del diámetro de esta. Se trata de una cuestión compleja cuyos condicionantes básicos de diseño son el caudal requerido y la presión en los terminales de la red.

Es evidente que dichos condicionantes dejan el problema abierto, sin solución única, permitiendo un gran número posible de diseños.

Por lo tanto, en realidad, se trata de un problema de optimización en el que, además de los condicionantes básicos de diseño (caudales y presiones) intervienen otros factores, entre otros la velocidad de diseño o las pérdidas de carga (continuas y localizadas), y en el fondo, las características de los materiales de la red (rugosidad y coste, básicamente).

Aparece así el concepto de red más económica: definir la solución óptima desde el punto de vista económico como aquella que representa el menor coste conjunto de inversión más explotación entre todas aquellas configuraciones posibles que verifican las condiciones de consumos y presiones de operación requeridas. Por ello se procede para resolver la indeterminación del problema de dimensionado de las conducciones planteadas en el presente proyecto mediante el concurso del objetivo económico, mediante la aplicación de técnicas matemáticas de optimización económica.

Las ecuaciones que rigen el movimiento permanente en tuberías son la ecuación de continuidad:

$$Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

Y la ecuación de Bernouilli:

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H$$

$$\Delta H = \Delta H_c + \Delta H_1$$

Siendo:

Q	caudal circulante en m^3/s
A_i	área de la tubería en la sección i, en m^2
v_i	velocidad del agua en la sección i, en m/s
g	aceleración de la gravedad en m/s^2
h_i	cota geométrica en la sección i, en m
P_i	presión interior del agua en la sección i, en kp/m^2
γ	densidad del agua, en kp/m^3
ΔH	pérdidas de carga totales, en m
ΔH_c	pérdidas de carga continuas, en m
ΔH_i	pérdidas de carga localizadas, en m

En el dimensionamiento hidráulico de la red de riego intervienen las velocidades mínimas y máximas de diseño admisibles. La velocidad de diseño puede tener efectos importantes a tomar en consideración, como son la posibilidad de originar problemas de sedimentación para velocidades muy bajas, o riesgo de ataque físico o de sobrepresiones, derivadas de posibles golpes de ariete, si la velocidad es muy elevada.

Así, es frecuente limitar las velocidades mínimas y máximas de diseño de las conducciones a valores, respectivamente, de 0,5 y un valor próximo de 2,5 m/s dependiendo del diámetro interior de la tubería.

1.9.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA EL DIMENSIONADO. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Se emplean dos herramientas para el cálculo de la red: SIGOPRAM y GESTAR. Ambas permiten la simulación de funcionamiento bajo determinadas hipótesis. Además, para la simulación de la red también se emplea la herramienta EPANET.

1.9.2.1. SIGOPRAM

Es una aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda. Las principales características son:

- Dimensionamiento de redes a demanda o por turnos.
- Caudales de diseño en riego a demanda calculados por la primera fórmula de Clément.
- Definición automática de las presiones de consigna.

- Análisis del funcionamiento de la red mediante generación de diferentes tipos de escenarios (deterministas, aleatorios, estocásticos).
- Cálculo automático de la curva de red.
- Dimensionamiento de hidrantes y válvulas hidráulicas.

La aplicación SIGOPRAM se compone de tres módulos básicos: el módulo de diseño e interface con el usuario, el módulo de optimización y el módulo de análisis.

- El módulo de diseño e interface con el usuario está compuesto por todos los botones, herramientas y ventanas que permiten la entrada y salida de datos gráficos y alfanuméricos.
- El módulo de optimización es el responsable de calcular los caudales de diseño y de determinar los diámetros óptimos de las tuberías que satisfagan las presiones y caudales requeridos en todos los nodos de la red. Permite calcular el caudal de diseño de redes con funcionamiento a turnos o a la a demanda. En el caso de redes a demanda utiliza el método de Clement (1ª fórmula).
  La optimización de las tuberías se basa en un algoritmo propio (denominado PL), basado en programación lineal. Este permite determinar la combinatoria más económica de los diámetros de las conducciones sin necesidad de salir del entorno SIG. Alternativamente, el módulo de optimización también permite comunicar, de forma bidireccional con DIOPRAM, o unidireccional con GESTAR.
- El módulo de análisis integra el motor de cálculo de EPANET y está dividido en dos submódulos; uno para el análisis de la fiabilidad de la red y otro para el análisis energético la misma.
  - El módulo de análisis de la fiabilidad permite crear escenarios de demanda según diferentes criterios.
  - El módulo de análisis energético permite analizar la red y/o sus subestaciones de bombeo desde el punto de vista de la eficiencia energética.
    - Determinación de la altura de bombeo óptima en el dimensionamiento de redes de riego bajo inyección directa.
    - Aplicación de turnos de riego en redes de riego a demanda con el objetivo de bajar los costes energéticos.
    - Análisis energético de estaciones de bombeo. Permite simular los costes energéticos y ajustar la programación de las bombas de una estación de bombeo mediante las consignas de arranque/parada y regulación de velocidad.

1.9.2.2. GESTAR

De esta manera, el dimensionado y optimización de la red de riego se realiza con el paquete informático GESTAR 2010 para el diseño, simulación y gestión hidráulica y energética de sistemas de riegos a presión en régimen permanente, desarrollado en el área de Mecánica de Fluidos de la Universidad de Zaragoza.

Desde GESTAR 2010 se facilita el dimensionado de redes estrictamente ramificadas, es decir, una red sin mallas con un único punto de alimentación (cuya altura piezométrica puede conocerse o no), mediante el módulo de dimensionado óptimo DIOPCAL-R que incorpora el programa.

El módulo DIOPCAL-R es una mejora del módulo original DIOPCAL, desarrollado inicialmente por el Grupo de Investigación y Desarrollo de Modelos Hidráulicos (IDMH) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), y que realiza el dimensionado óptimo de redes estrictamente ramificadas con el método de la serie económica.

Los complejos algoritmos matemáticos de dimensionado y las rutinas de cálculo iniciales del módulo DIOPCAL fueron depurándose desde que se integraron en la aplicación GESTAR, implementándose en las últimas versiones el citado módulo DIOPCAL-R, que incorpora un conjunto de mejoras y refinamientos que conjuga el método de la serie económica mejorado (González y Aliod, 2003) con algoritmos de optimización discontinua tipo Labye (Labye et al., 1988).

De este modo, el proceso de optimización que sigue el módulo de cálculo DIPOCAL-R consta de dos fases: el predimensionado y la optimización. El primero consiste en obtener una solución básica e hidráulicamente factible al problema de dimensionado económico de la red propuesta, aplicando el método de la serie económica mejorado. La solución teórica obtenida permite entrar en la segunda fase, que conlleva la optimización de los resultados del predimensionado a la solución final, aplicando para ello una cuidadosa estrategia operativa de normalización basada en el método de Laybe.

1.9.3. PARÁMETROS DE CÁLCULO INTRODUCIDOS

PATRÓN DE RIEGO

Superf (ha)	CFC (l/s/ha)	Horas Riego	Días Riego sem.	Caudal Parcelas Menor (l/s)	Sup. Corte (ha)	Caudal (l/s/ha)	Suma Presiones (m)	Mayor Área (%)	J interna (m/m)	Superf. Explot Min. (ha)	Superf. Explot Máx. (ha)
315	434.63	24	7	5,25	1,50	1,5	38	5	0,0075	0,00	1000.00

Tabla 3. Patrón de riego. SIGOPRAM.

SUPERFÍCIES

Están recogidas en Anejo nº 2 “Listado de parcelas y superficie afectada”.

BASES DE TUBERÍAS EMPLEADAS

Los parámetros de las diferentes tuberías considerados para los cálculos hidráulicos son los siguientes:

Referencia	DN	PN	Diámetro Interno (mm)	Rugosidad	Presión Máxima (m)	Velocidad Mínima (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)
315_(PVCO-12)	315	12	299,40	0,007 mm	125,00	0,50	2,50
355_(PVCO-12)	355	12	337,40	0,007 mm	125,00	0,50	2,50

Referencia	DN	PN	Diámetro Interno (mm)	Rugosidad	Presión Máxima (m)	Velocidad Mínima (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)
400_(PVCO-12)	400	12	380,20	0,007 mm	120,00	0,50	2,50
450_(PVCO-12)	450	12	427,70	0,007 mm	125,00	0,50	2,50
500_(PVCO-12)	500	12	475,20	0,007 mm	125,00	0,50	2,50
630_(PVCO-12)	630	12	597,80	0,007 mm	125,00	0,50	2,50
50_(PEAD-10)	50	10	44,00	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
63_(PEAD-10)	63	10	55,40	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
75_(PEAD-10)	75	10	66,00	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
90_(PEAD-10)	90	10	79,20	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
110_(PEAD-10)	110	10	96,80	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
125_(PEAD-10)	125	10	110,20	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
140_(PEAD-10)	140	10	123,40	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
160_(PEAD-10)	160	10	141,00	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
180_(PEAD-10)	180	10	158,60	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
200_(PEAD-10)	200	10	176,20	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
250_(PEAD-10)	250	10	220,40	0,1 mm	95,00	0,50	2,50
110_(PEAD-12)	110	12	101,90	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
125_(PEAD-12)	125	12	115,80	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
140_(PEAD-12)	140	12	129,70	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
160_(PEAD-12)	160	12	148,20	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
200_(PEAD-12)	200	12	185,30	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
250_(PEAD-12)	250	12	231,60	0,1 mm	125,00	0,50	2,50
50_(PEAD-16)	50	16	40,80	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
63_(PEAD-16)	63	16	51,40	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
75_(PEAD-16)	75	16	61,40	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
90_(PEAD-16)	90	16	73,60	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
110_(PEAD-16)	110	16	90,00	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
125_(PEAD-16)	125	16	102,20	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
140_(PEAD-16)	140	16	114,60	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
160_(PEAD-16)	160	16	130,80	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
180_(PEAD-16)	180	16	147,20	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
200_(PEAD-16)	200	16	163,60	0,1 mm	155,00	0,50	2,50
250_(PEAD-16)	250	16	204,60	0,1 mm	155,00	0,50	2,50

Tabla 4. Gama de tuberías utilizadas para el cálculo.

1.10. OPTIMIZACIÓN DE LA RED

1.10.1. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Como se ha comentado con anterioridad, el dimensionado y optimización de la red de riego se realiza con el programa SIGOPRAM, y comprobación de los datos con GESTAR 2010.

El módulo de dimensionado realiza la optimización económica de redes ramificadas con trazado dado, tanto a la demanda como a turnos. La optimización admite alimentación tanto por gravedad, con altura piezométrica impuesta, como mediante estaciones de bombeo directo, en cuyo caso emerge del proceso de optimización la altura de impulsión que minimiza los costes totales anuales (método abreviado con cálculo simplificado de los costes energéticos).

1.10.2. HIPÓTESIS DE SIMULACIÓN

Con el software SIGOPRAM se realiza la simulación de diferentes escenarios de demanda con los siguientes criterios:

- Criterio de simulación de apertura de hidrantes: aleatorio
- Criterio de fallo de presión mínima (tolerancia): cero
- Número de simulaciones:
    - Número de escenarios de 2.000 con una apertura entre el 30 y 45 % de hidrantes abiertos con un incremento porcentual de 5

De la simulación realizada se ha obtenido que es la red diseñada es robusta, dado que tanto en el gráfico de déficit de demanda y déficit de presión se encuadran en la zona esperada.

1.10.3. CONSIDERACIONES AL DISEÑO DE RED FINAL

El funcionamiento de la red, en términos de flexibilidad y seguridad, puede mejorarse mediante retoques del dimensionado, que aportando encarecimientos limitados respecto a la solución supuestamente "óptima" suponen sin embargo aumentos de flexibilidad y seguridad relevantes que compensan el supuesto encarecimiento.

Todos estos aspectos deben ser detectados y corregidos mediante el análisis hidráulico meticuloso del sistema. Por ello, sobre el dimensionado obtenido del proceso de optimización se realiza subsiguientemente una etapa de simulación hidráulica (véase el siguiente apartado), tomándose medidas adecuadas a resultas de las conclusiones observadas, siendo factible encontrar en ocasiones sistemas que, con un comportamiento funcional válido, resulten incluso más económicas.

Por otra parte, algunos de los resultados del óptimo matemático de la combinación de tuberías pueden ser constructivamente inviables (diámetros no decrecientes aguas abajo, multiplicidad de diámetros, materiales distintos intercalados…) o encarecer en la práctica la ejecución del supuesto óptimo (piezas especiales, stocks, logística, mano de obra…).

De esta manera, con posterioridad al dimensionado y previo al análisis hidráulico, si se considerara necesario, se realizarían reajustes de los resultados brutos de la optimización al alza o a la baja (previa verificación de su comportamiento hidráulico adecuado) de algunos tramos de longitud no excesiva, comprendidos entre hidrantes, como consecuencia de un proceso final de racionalización de la distribución de diámetros y materiales para facilitar y homogeneizar los aspectos constructivos (continuidad de diámetros en tramos de longitud irrelevante, eliminación de inserciones de materiales diferentes, acopios de materiales, organización del montaje, supresión de piezas especiales, etc., …).

En general, los cambios que se efectúen se recomienda hacerlos aplicando los siguientes criterios:

- Respetar o aumentar el diámetro interior en el caso de cambio de material y/o timbraje.
- Igualar al diámetro superior los diámetros que se uniformicen salvo que exista compensación en otro tramo anterior o posterior verificada mediante simulación.

Finalmente es necesario advertir que la adopción de los criterios de optimización para el dimensionado de una red exige la recopilación de cantidad importante de información, que a su vez debe ser realista con el problema que se pretende resolver.

En ocasiones, la incertidumbre en los datos de partida, fundamentalmente los parámetros financieros, hacen que el método debe tratarse con ciertas reservas. En una sociedad con una situación económica tan volátil, resulta poco menos que un prodigio de taumaturgia la adopción de unos parámetros económicos fiables. Una reducción periódica de los tipos de interés frente a los considerados en el momento del cálculo, conducirán a resultados con diámetros mayores, al reducirse los costes de amortización.

En cualquier caso, la incorporación en la fase de dimensionado de técnicas de optimización, en términos de facilitar búsqueda de la economía y operatividad de un diseño inicial, y dada la relativa sencillez del proceso de optimización en redes estrictamente ramificadas con caudales de diseño estadísticos con la metodología propuesta (método de la serie económica mejorado), conocidas sus limitaciones, resulta imprescindible en la resolución de este tipo de problemas de ingeniería. Unos datos de partida muy alejados de las condiciones reales de funcionamiento conducirán, inevitablemente, a un diámetro óptimo económico muy alejado de su valor.

1.11. CÁLCULO DE VENTOSAS DE LA RED DE RIEGO

A lo largo de toda la red se colocarán ventosas, en los puntos más elevados de ésta, para que realicen sus funciones durante el llenado, vaciado y funcionamiento de la tubería. Éstas serán de triple efecto con la finalidad de:

Eliminar el aire durante el llenado.

Introducir aire en el vaciado, evitando plegamientos.

Eliminar aire y gases disueltos, durante el funcionamiento.

Las ventosas tienen dos funciones principales: expulsión de aire en el llenado de la tubería y protección de la tubería en operaciones de vaciado o rotura mediante introducción de aire en la misma.

Debemos tener cuidado si la cantidad de aire a introducir en la línea es muy superior a la cantidad de aire a expulsar, ya que estaremos sobredimensionando la ventosa. Esto puede dar lugar a velocidades de llenado demasiado rápidas.

En el cálculo de protección en operaciones de vaciado, el caudal de aire a introducir es equivalente al caudal de vaciado o al caudal generado por gravedad en un descenso. Por tanto, las ventosas se han calculado considerando como criterio limitante el vaciado de las tuberías. La cantidad de aire a introducir en una línea descendente puede ser determinada por la siguiente ecuación:

$$Q(m3/\min) = 0{,}133576\sqrt{S\frac{D^5}{25{,}4^5}}$$

siendo:

S: pendiente, en cm/cm.

D: Diámetro de la tubería, en mm.

En el cálculo de expulsiones de aire durante el llenado, la cantidad de aire a evacuar es igual al caudal que impulsa la bomba o al caudal de agua que se introduzca en la conducción.

Debido a lo comentado anteriormente, es preferible seleccionar la ventosa en función de la capacidad de evacuación, escogiendo válvulas trifuncionales que permitan introducir aire en el vaciado, y el posible caudal suplementario introducirlo por mediación de válvulas de entrada de aire.

Conocido el caudal a expulsar y considerando una presión de llenado relativamente alta, por ejemplo, 0,28 bares, para que no existan problemas de expulsión de aire, se han consultado tablas de obtención de diámetros en bibliografía técnica especializada. La máxima depresión admitida es de 1,4 mca en las tuberías plásticas.

CAUDAL MÁXIMO DE LLENADO (l/seg)								
ΔP (bar)	DN 1/2"	DN 3/4"	DN 1"	DN 2"	DN 3"	DN 4"	DN 6"	DN 8"
0,07	8,7	19,6	34,7	138,8	312,3	555	1249	2221
0,14	11,5	26	46,1	184,9	415,2	738	1660	2953
0,21	13,3	30	53,3	213,3	480	852	1918	3414
0,28	14,5	32,8	58,3	232,8	524,4	934	2101	3729
0,35	15,5	34,8	61,8	247,4	556,5	990	2227	3956
0,42	16,1	36,2	64,3	258	580,5	1035	2322	4127
0,49	16,6	37,4	66,3	265,6	598,2	1060	2391	4253
0,56	16,9	38,2	68,2	271,3	610,8	1085	2442	4347
0,63	17,2	39	68,8	275,7	621	1104	2486	4417
0,7	17,4	39,3	70	278,9	627,8	1117	2511	4467
1	17,5	39,5	71,3	284	637,3	1136	2555	4499

Los valores de ΔP son los datos de la presión de llenado. Son diferentes según el agua. Hasta ΔP de 0,14 bares (ver zona sombreada) son valores recomendados para aguas residuales. Hasta ΔP de 0,35 bares son valores recomendados para aguas limpias. Este dato de ΔP es importante, ya que valores de presión de llenado bajos pueden dar problemas, como ya se ha indicado. Valores superiores no son necesarios.

Con estos datos entramos en la tabla y según el caudal circulante por la tubería obtenemos un diámetro de ventosa.

Tras estudiar los valores obtenidos, y aunque se podrían haber instalado diámetros de ventosa menores, para mayor seguridad únicamente se han instalado ventosas de 2”, 3” y 4”. Su localización concreta podemos verla en los planos, realizada a partir de la cartografía LIDAR y los ejes definidos en planos.

1.12. DEFINICIÓN DE VÁLVULAS DE CORTE DE LA RED DE RIEGO

Las válvulas de seccionamiento serán válvulas de mariposa de eje centrado y de acero inoxidable para todos los seccionamientos de diámetro igual o superior a 350 mm, y para los de inferior diámetro se instalarán válvulas de compuerta. Los seccionamientos se distribuyen en nudos de entidad en los que se dispongan ramificaciones de consideración, el planteamiento es en caso de averías, roturas, etc. poder aislar una zona de la red de riego y continuar utilizando el resto de la instalación.

1.13. CÁLCULO DE ANCLAJES

Se considera el empuje radial en las curvas de ángulos de 90º y 45º, en Tes y en reducciones. El anclaje proyectado será de hormigón HM-20, sin armadura. La ecuación que rige el cálculo de dicho empuje es:

$$FD = 2 * 1000 * P * A * \text{sen}(\alpha/2)$$

Siendo:

FD = Empuje total hacia fuera, en kilogramos.

P= Altura hidrostática, en metros.

A = área de la sección del tubo, en metros cuadrados.

α = ángulo del codo, en grados.

Una vez calculado el empuje provocado por el fluido, es necesario dimensionar un anclaje que estabilice la unión. Para ello, en el diseño se ha considerado

$$FRP + FRTA / FD > 1,10$$

Siendo,

FRP : Fuerza de resistencia por peso. Tiene en cuenta el peso ejercido por la tubería.

FRTA: Fuerza de resistencia lateral del suelo. Factor que considera el esfuerzo realizado debido al rozamiento del suelo con el hormigón.

FD: Fuerza de deslizamiento, obtenida mediante la fórmula anterior.

En el apéndice nº 4, se recoge en una tabla con las dimensiones y geometrías de los anclajes de las piezas especiales de la red de riego.

1.14. CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERIAS

Para la correcta comprobación de los cálculos mecánicos de las tuberías a instalar en el presente proyecto, se ha utilizado tanto para las tuberías de PVC-O como para las de PEAD, el software disponible en ASETUB (herramienta de cálculo basada en la norma ATV-A127)

Como conclusión, indicar que los resultados de los cálculos mecánicos de todas las tuberías previstas en el presente proyecto cumplen con la normativa actual.

A continuación, se procederá a recoger los criterios generales de los cálculos, para un mayor detalle consultar el Apéndice 4.

TUBERÍAS DE PEAD

Presión de timbraje de las tuberías: 10 Atm.

Ángulo de inclinación de la zanja: 20 º.

Tipo de suelo del terreno: Tipo G1.

Tipo de suelo de relleno sobre el tubo: Tipo G1.

Tipo de suelo de relleno a los lados del tubo: Tipo G1.

Grado de compactación del relleno: 95% P. N.

En todos los casos, se han calculado unas zanjas estándar mínima y máxima de 0,9 y 3,0 metros respectivamente, ya que todas las zanjas del proyecto se encuentran comprendidas en este intervalo.

TUBERÍAS DE PVC

Los cálculos mecánicos de las tuberías que a continuación se describen corresponden a las tuberías de la red de riego, proyectadas en PN 10. Cálculos efectuados a partir de los siguientes datos:

Presión de timbraje de las tuberías: 10 Atm.

Ángulo de inclinación de la zanja: 20º.

Tipo de suelo del terreno: Tipo G1.

Tipo de suelo de relleno sobre el tubo: Tipo G1.

Tipo de suelo de relleno a los lados del tubo: Tipo G1.

Grado de compactación del relleno: 95% P. N.

En todos los casos, se han calculado unas zanjas estándar mínima y máxima de 0,9 y 3,0 metros respectivamente, ya que todas las zanjas del proyecto se encuentran comprendidas en este intervalo.

APÉNDICE 1: LISTADO DE HIDRANTES

LISTADO HIDRANTES: RESULTADOS DE CÁLCULO

Ramal	Hidrante	pk	X	Y	Z	Pmin (bar)	Pdin (mca)	Pest (mca)	Caudal (l/s)
Ramal 1	H-3	2.909,39	295.108,58	4.615.301,16	273,94	5	41,72	55,06	23,80
Ramal 1	H-4	2.926,48	295.124,91	4.615.289,81	273,46	5	42,13	55,54	16,33
Ramal 1	H-18	3.276,79	295.036,40	4.614.979,63	275,33	5	38,71	53,67	18,90
Ramal 1	H-19	3.520,75	294.857,51	4.614.855,13	281,30	5	32,06	47,70	7,36
Ramal 1	H-20	3.942,24	294.609,45	4.614.737,22	285,62	5	26,51	43,38	59,46
Ramal 1	H-25	5.061,38	295.385,36	4.614.156,34	255,55	5	52,41	73,45	12,78
Ramal 1	H-33	6.783,70	296.468,66	4.613.352,10	232,00	5	68,47	97,00	10,73
Ramal 1	H-34	7.006,18	296.702,94	4.613.172,55	227,84	5	70,53	101,16	8,69
Ramal 1	H-39	7.979,31	296.772,39	4.612.859,45	228,07	5	68,23	100,93	5,69
Ramal 1	H-40	8.104,97	296.955,71	4.612.754,48	223,96	5	71,50	105,04	6,03
Ramal 1	H-43	8.540,26	296.830,45	4.612.376,87	218,21	5	75,61	110,79	5,48
Ramal 1	H-44	9.276,22	297.349,98	4.611.934,66	224,84	5	65,13	104,16	11,50
Ramal 1	H-45	9.477,53	297.539,23	4.611.869,29	223,29	5	65,56	105,71	16,06
Ramal 2	H-10	291,39	295.267,65	4.614.805,78	266,14	5	46,77	62,86	24,05
Ramal 2	H-11	537,30	295.478,20	4.614.678,20	259,95	5	52,13	69,05	6,36
Ramal 2	H-12	775,86	295.756,07	4.614.722,98	251,15	5	53,87	77,85	18,82
Ramal 2	H-13	949,24	295.831,11	4.614.470,02	252,98	5	57,10	76,02	6,64
Ramal 2	H-16	1.377,81	296.157,65	4.614.166,49	245,41	5	59,77	83,59	15,54
Ramal 2	H-17	1.958,32	296.636,21	4.613.894,05	234,60	5	61,48	94,40	5,25
Ramal 3	H-5	531,20	295.608,99	4.615.284,94	270,58	5	44,10	58,42	15,09
Ramal 3	H-6	742,86	295.749,93	4.615.126,85	264,06	5	47,44	64,94	12,50
Ramal 3	H-7	1.083,29	295.961,08	4.614.939,69	251,45	5	55,73	77,55	10,52
Ramal 3	H-8	1.083,29	295.962,98	4.614.928,00	251,00	5	55,99	78,00	11,44
Ramal 3	H-9	1.320,25	296.190,00	4.614.909,01	244,62	5	48,35	84,38	6,19
Ramal 4	H-28	252,78	296.357,58	4.613.148,31	233,65	5	66,01	95,35	15,34
Ramal 4	H-29	281,75	296.344,47	4.613.118,44	233,89	5	65,40	95,11	14,09
Ramal 4	H-30	566,77	296.141,04	4.612.971,06	226,07	5	73,07	102,93	20,50
Ramal 4	H-31	843,28	295.890,78	4.612.808,39	214,48	5	81,42	114,52	24,75
Ramal 4	H-32	843,28	295.937,69	4.612.791,03	214,14	5	82,26	114,86	10,69
Ramal 5	H-35	70,50	297.176,54	4.613.153,01	220,26	5	77,30	108,74	5,25
Ramal 5	H-36	362,68	297.361,07	4.612.970,63	217,01	5	78,31	111,99	7,47
Ramal 5	H-37	574,62	297.414,05	4.612.768,56	216,72	5	78,09	112,28	5,25
Ramal 5	H-38	720,99	297.387,46	4.612.638,65	216,79	5	73,72	112,21	5,25
Ramal 6	H-22	493,40	295.666,79	4.613.595,80	245,49	5	51,42	83,51	9,05
Ramal 6	H-21	567,47	295.655,82	4.613.819,32	251,88	5	47,45	77,12	14,79
Ramal 7	H-14	275,82	296.279,73	4.614.415,19	245,16	5	59,58	83,84	18,33
Ramal 7	H-15	307,78	296.295,39	4.614.442,96	244,44	5	59,70	84,56	9,35
Ramal 8	H-1	48,19	295.079,76	4.615.741,36	284,60	5	31,95	44,40	12,81
Ramal 8	H-2	252,42	295.260,47	4.615.695,70	276,92	5	39,16	52,08	11,44
Ramal 9	H-26	229,10	296.042,73	4.613.747,06	241,96	5	61,65	87,04	26,46
Ramal 9	H-27	229,10	296.046,97	4.613.742,03	241,54	5	62,08	87,46	38,28
Ramal 10	H-41	204,64	297.074,32	4.612.456,01	219,80	5	75,56	109,20	20,51
Ramal 10	H-42	204,64	297.077,58	4.612.451,10	218,77	5	76,50	110,23	18,28
Ramal 11	H-23	6,69	295.299,34	4.614.087,68	255,25	5	52,80	73,75	14,63
Ramal 11	H-24	174,56	295.185,65	4.613.966,92	248,86	5	59,00	80,14	22,86

Relación de hidrantes por ramal.

Hidrante	Ramal	pk	Tipo	Nº Tomas	Caudal (l/s)	DN Cuello	Pdin (mca)	Pest (mca)
H-1	Ramal 8	48,19	I-3	1	12,81	3"	31,95	44,40
H-2	Ramal 8	252,42	IV-2-2-2-3	4	11,44	3"	39,16	52,08
H-3	Ramal 1	2.909,39	III-2-2-4	3	23,80	4"	41,72	55,06
H-4	Ramal 1	2.926,48	IV-2-2-2-3	4	16,33	4"	42,13	55,54
H-5	Ramal 3	531,20	T-2-3	2	15,09	3"	44,10	58,42
H-6	Ramal 3	742,86	III-2-2-3	3	12,50	3"	47,44	64,94
H-7	Ramal 3	1.083,29	T-2-3	2	10,52	3"	55,73	77,55
H-8	Ramal 3	1.083,29	T-2-3	2	11,44	3"	55,99	78,00
H-9	Ramal 3	1.320,25	T-1-2	2	6,19	3"	48,35	84,38
H-10	Ramal 2	291,39	IV-2-2-2-3	4	24,05	4"	46,77	62,86
H-11	Ramal 2	537,30	T-2-2	2	6,36	3"	52,13	69,05
H-12	Ramal 2	775,86	T-3-3	2	18,82	4"	53,87	77,85
H-13	Ramal 2	949,24	T-2-2	2	6,64	3"	57,10	76,02
H-14	Ramal 7	275,82	IV-1-1-1-3	4	18,33	4"	59,58	83,84
H-15	Ramal 7	307,78	VI-1-1-1-1-1-1	6	9,35	3"	59,70	84,56
H-16	Ramal 2	1.377,81	T-3-3	2	15,54	4"	59,77	83,59
H-17	Ramal 2	1.958,32	I-1	1	5,25	2"	61,48	94,40
H-18	Ramal 1	3.276,79	I-4	1	18,90	4"	38,71	53,67
H-19	Ramal 1	3.520,75	T-2-3	2	7,36	3"	32,06	47,70
H-20	Ramal 1	3.942,24	I-6	1	59,46	6"	26,51	43,38
H-21	Ramal 6	567,47	I-3	1	14,79	3"	47,45	77,12
H-22	Ramal 6	493,40	T-1-3	2	9,05	3"	51,42	83,51
H-23	Ramal 11	6,69	T-2-3	2	14,63	3"	52,80	73,75
H-24	Ramal 11	174,56	T-3-4	2	22,86	4"	59,00	80,14
H-25	Ramal 1	5.061,38	T-2-3	2	12,89	3"	52,41	73,45
H-26	Ramal 9	229,10	I-6	1	26,46	6"	61,65	87,04
H-27	Ramal 9	229,10	I-6	1	38,28	6"	62,08	87,46
H-28	Ramal 4	252,78	I-3	1	15,34	4"	66,01	95,35
H-29	Ramal 4	281,75	V-1-1-1-1-1	5	14,09	3"	65,40	95,11
H-30	Ramal 4	566,77	I-4	1	20,50	4"	73,07	102,93
H-31	Ramal 4	843,28	III-1-3-3	3	25,13	4"	81,42	114,52

Hidrante	Ramal	pk	Tipo	Nº Tomas	Caudal (l/s)	DN Cuello	Pdin (mca)	Pest (mca)
H-32	Ramal 4	843,28	IV-1-1-1-1	4	10,69	3"	82,26	114,86
H-33	Ramal 1	6.783,70	III-1-1-1	3	10,73	3"	68,47	97,00
H-34	Ramal 1	7.006,18	T-1-2	2	8,69	3"	70,53	101,16
H-35	Ramal 5	70,50	III-1-1-1	3	5,25	2"	77,30	108,74
H-36	Ramal 5	362,68	IV-1-1-1-1	4	7,47	3"	78,31	111,99
H-37	Ramal 5	574,62	T-1-1	2	5,25	2"	78,09	112,28
H-38	Ramal 5	720,99	T-1-1	2	5,25	2"	73,72	112,21
H-39	Ramal 1	7.979,31	V-1-1-1-1-1	5	5,69	3"	68,23	100,93
H-40	Ramal 1	8.104,97	IV-1-1-1-1	4	6,03	3"	71,50	105,04
H-41	Ramal 10	204,64	I-4	1	20,51	4"	75,56	109,20
H-42	Ramal 10	204,64	I-4	1	18,28	4"	76,50	110,23
H-43	Ramal 1	8.540,26	V-1-1-1-1-1	5	5,48	3"	75,61	110,79
H-44	Ramal 1	9.276,22	III-1-1-3	3	11,50	3"	65,13	104,16
H-45	Ramal 1	9.477,53	V-1-1-1-1-2	5	16,06	4"	65,56	105,71

Tipología de hidrantes.

Hidrante	Agrup	Explot	Q (l/s)	Q (m3/h)	Q Min	Q Max	DN Toma	PServToma	PTarado
H-1	1	0000001:001	12,81	46	19	55	3"	38,50	38,41
H-2	2	0000002:001	5,25	19	12	19	2"	43,60	43,92
H-2	2	0000002:001	5,25	19	12	19	2"	43,60	43,92
H-2	2	0000002:002	6,45	23	19	55	3"	36,90	36,44
H-2	2	0000002:002	6,45	23	19	55	3"	36,90	36,44
H-2	2	0000002:003	5,25	19	12	19	2"	34,00	29,66
H-2	2	0000002:004	5,25	19	12	19	2"	46,20	44,26
H-2	2	0000002:004	5,25	19	12	19	2"	46,20	44,26
H-3	3	0000003:001	5,25	19	12	19	2"	39,30	52,92
H-3	3	0000003:002	22,74	82	55	90	4"	49,80	50,22
H-3	3	0000003:003	5,25	19	12	19	2"	34,10	49,54
H-4	4	0000004:001	5,25	19	12	19	2"	44,62	51,10
H-4	4	0000004:002	5,25	19	12	19	2"	35,40	38,59
H-4	4	0000004:003	8,10	29	19	55	3"	50,90	50,74
H-4	4	0000004:004	5,25	19	12	19	2"	33,70	33,63
H-5	5	0000005:001	13,54	49	19	55	3"	34,80	34,84
H-5	5	0000005:002	5,25	19	12	19	2"	32,30	31,96
H-6	6	0000006:001	5,41	19	19	55	3"	33,48	34,00
H-6	6	0000006:002	5,25	19	12	19	2"	36,19	36,37
H-6	6	0000006:003	5,25	19	12	19	2"	32,49	32,98
H-7	7	0000007:001	6,77	24	19	55	3"	35,28	35,40
H-7	7	0000007:002	5,25	19	12	19	2"	33,27	35,15
H-8	8	0000008:001	8,22	30	25	63	3"	31,31	31,27
H-8	8	0000008:002	5,25	19	12	19	2"	34,71	41,24

Hidrante	Agrup	Explot	Q (l/s)	Q (m3/h)	Q Min	Q Max	DN Toma	PServToma	PTarado
H-9	9	0000009:001	5,25	19	12	19	2"	36,22	41,92
H-9	9	0000009:002	5,25	19	10	19	1 ½"	38,61	38,77
H-10	10	0000010:001	5,25	19	12	19	2"	39,70	40,48
H-10	10	0000010:002	5,25	19	12	19	2"	36,19	39,27
H-10	10	0000010:003	5,25	19	12	19	2"	35,66	34,46
H-10	10	0000010:004	13,31	48	19	55	3"	36,68	36,82
H-11	11	0000011:001	5,25	19	12	19	2"	40,76	40,92
H-11	11	0000011:002	5,25	19	12	19	2"	34,90	40,51
H-12	12	0000012:001	11,36	41	19	55	3"	42,96	42,83
H-12	12	0000012:002	7,46	27	19	55	3"	33,68	37,66
H-13	13	0000013:001	5,25	19	12	19	2"	35,47	35,45
H-13	13	0000013:002	5,25	19	12	19	2"	36,66	40,44
H-14	14	0000014:001	5,25	19	10	19	1 ½"	33,10	33,20
H-14	14	0000014:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,80	34,98
H-14	14	0000014:003	5,25	19	10	19	1 ½"	33,20	32,35
H-14	14	0000014:004	9,97	36	19	55	3"	44,40	43,34
H-15	15	0000015:001	5,25	19	10	19	1 ½"	35,50	33,90
H-15	15	0000015:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,70	32,69
H-15	15	0000015:003	5,25	19	10	19	1 ½"	34,40	38,07
H-15	15	0000015:004	5,25	19	10	19	1 ½"	33,70	38,20
H-15	15	0000015:005	5,25	19	10	19	1 ½"	33,20	36,65
H-15	15	0000015:006	5,25	19	10	19	1 ½"	33,90	33,94
H-16	16	0000016:001	7,08	25	19	55	3"	42,11	42,35
H-16	16	0000016:002	7,87	28	25	63	3"	33,49	33,16
H-17	17	0000017:001	5,25	19	10	19	1 ½"	34,20	34,15
H-18	18	0000018:001	18,90	68	55	90	4"	43,10	43,91
H-19	19	0000019:001	6,06	22	19	55	3"	48,90	49,18
H-19	19	0000019:002	5,25	19	12	19	2"	37,50	40,03
H-20	20	0000020:001	59,46	214	90	215	6"	38,00	37,79
H-21	21	0000021:001	14,79	53	19	55	3"	38,60	38,80
H-22	22	0000022:001	5,25	19	10	19	1 ½"	34,20	34,61
H-22	22	0000022:002	7,09	26	25	63	3"	42,93	36,63
H-23	23	0000023:001	10,18	37	19	55	3"	41,28	44,91
H-23	23	0000023:002	5,25	19	12	19	2"	32,51	32,39
H-24	24	0000024:001	15,59	56	55	90	4"	68,30	70,85
H-24	24	0000024:002	7,27	26	19	55	3"	37,28	42,93
H-25	25	0000025:001	5,25	19	12	19	2"	39,10	44,19
H-25	25	0000025:002	7,64	27	19	55	3"	33,13	33,40
H-26	26	0000026:001	26,46	95	90	215	6"	47,86	47,82
H-27	27	0000027:001	38,28	138	90	215	6"	46,08	44,33
H-28	28	0000028:001	15,34	55	25	63	3"	46,90	46,86
H-29	29	0000029:001	5,25	19	10	19	1 ½"	32,41	44,44
H-29	29	0000029:002	5,25	19	10	19	1 ½"	40,04	39,82

Hidrante	Agrup	Explot	Q (l/s)	Q (m3/h)	Q Min	Q Max	DN Toma	PServToma	PTarado
H-29	29	0000029:003	5,25	19	10	19	1 ½"	42,43	46,90
H-29	29	0000029:004	5,25	19	10	19	1 ½"	41,87	43,49
H-29	29	0000029:005	5,25	19	10	19	1 ½"	43,69	46,34
H-30	30	0000030:001	20,50	74	63	100	4"	59,20	59,12
H-31	31	0000031:001	12,36	44	25	63	3"	50,75	59,24
H-31	31	0000031:002	5,25	19	10	19	1 ½"	36,63	44,68
H-31	31	0000031:003	7,53	27	25	63	3"	38,61	38,69
H-32	32	0000032:001	5,25	19	10	19	1 ½"	40,51	42,35
H-32	32	0000032:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,22	40,17
H-32	32	0000032:003	5,25	19	10	19	1 ½"	33,20	33,02
H-32	32	0000032:004	5,25	19	10	19	1 ½"	32,93	32,98
H-33	33	0000033:001	5,25	19	10	19	1 ½"	32,80	46,47
H-33	33	0000033:001	5,25	19	10	19	1 ½"	32,80	46,47
H-33	33	0000033:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,51	33,88
H-33	33	0000033:003	5,25	19	10	19	1 ½"	33,91	39,61
H-34	34	0000034:001	5,33	19	19	25	2"	36,04	36,13
H-34	34	0000034:002	5,25	19	10	19	1 ½"	33,92	40,41
H-35	35	0000035:001	5,25	19	10	19	1 ½"	36,70	48,84
H-35	35	0000035:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,50	34,85
H-35	35	0000035:003	5,25	19	10	19	1 ½"	36,73	36,69
H-36	36	0000036:001	5,25	19	10	19	1 ½"	33,80	33,78
H-36	36	0000036:002	5,25	19	10	19	1 ½"	33,80	36,22
H-36	36	0000036:003	5,25	19	10	19	1 ½"	39,40	40,37
H-36	36	0000036:004	5,25	19	10	19	1 ½"	32,70	35,01
H-37	37	0000037:001	5,25	19	10	19	1 ½"	34,83	38,49
H-37	37	0000037:002	5,25	19	10	19	1 ½"	34,42	34,51
H-38	38	0000038:001	5,25	19	10	19	1 ½"	34,14	35,26
H-38	38	0000038:002	5,25	19	10	19	1 ½"	32,80	32,86
H-39	39	0000039:001	5,25	19	10	19	1 ½"	33,16	33,31
H-39	39	0000039:002	5,25	19	10	19	1 ½"	35,84	38,93
H-39	39	0000039:003	5,25	19	10	19	1 ½"	32,03	43,60
H-39	39	0000039:004	5,25	19	10	19	1 ½"	34,91	42,68
H-39	39	0000039:005	5,25	19	10	19	1 ½"	36,31	41,74
H-40	40	0000040:001	5,25	19	10	19	1 ½"	33,00	36,63
H-40	40	0000040:002	5,25	19	10	19	1 ½"	36,20	36,88
H-40	40	0000040:003	5,25	19	10	19	1 ½"	34,00	40,47
H-40	40	0000040:004	5,25	19	10	19	1 ½"	36,40	40,14
H-41	41	0000041:001	20,51	74	63	100	4"	42,30	44,65
H-42	42	0000042:001	18,28	66	63	100	4"	38,20	38,24
H-43	43	0000043:001	5,25	19	10	19	1 ½"	31,65	35,63
H-43	43	0000043:002	5,25	19	10	19	1 ½"	33,97	33,76
H-43	43	0000043:003	5,25	19	10	19	1 ½"	33,21	31,71
H-43	43	0000043:004	5,25	19	10	19	1 ½"	37,76	39,20
H-43	43	0000043:005	5,25	19	10	19	1 ½"	32,91	39,89
H-44	44	0000044:001	8,45	30	25	63	3"	30,00	30,21
H-44	44	0000044:002	5,25	19	10	19	1 ½"	36,56	26,38
H-44	44	0000044:003	5,25	19	10	19	1 ½"	34,71	24,58
H-45	45	0000045:001	6,42	23	19	25	2"	32,10	32,29
H-45	45	0000045:002	5,25	19	10	19	1 ½"	32,20	32,29
H-45	45	0000045:003	5,25	19	10	19	1 ½"	32,20	32,17
H-45	45	0000045:004	5,25	19	10	19	1 ½"	32,60	31,68
H-45	45	0000045:005	5,25	19	10	19	1 ½"	32,70	27,52

Tomas parcelarias por hidrante

LISTADO HIDRANTES: EQUIPOS

Tipologia hidrant	tomas		vàlvula comporta	filtre CP	coll de signe	vàlvula comporta	valvula hidràulica	comptador	pilots i solenoide	ventosa trifuncional	vàlvula bola	manòmetre	portabrides	suport csigne	carret	arqueta
	núm toma	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø					
I-1	1	1-1/2"	2"	2"	2"		1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
I-3	1	3"	3"	3"	3"		3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
I-3	1	3"	4"	4"	4"		3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
I-4	1	4"	4"	4"	4"		4"	4"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
I-6	1	6"	6"	6"	6"		6"	6"	1	2"	2"	1	1	1	1	1
T-1-1	1	1-1/2"	2"	2"	2"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
T-1-2	1	1-1/2"	3"	3"	3"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
T-1-3	1	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
T-2-2	1	2"	3"	3"	3"	2"	2"	2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
T-2-3	1	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
T-3-3	1	3"	4"	4"	4"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	3"				3"	3"	3"	1				0	0	0	0
T-3-4	1	4"	4"	4"	4"	4"	4"	4"	1	1"	1"		0	0	0	0
	2	3"				3"	3"	3"	1				0	0	0	0
III-1-1-1	1	1-1/2"	2"	2"	2"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
III-1-1-1	1	1-1/2"	3"	3"	3"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
III-1-1-3	1	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
III-1-3-3	1	3"	4"	4"	4"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	3"				3"	3"	3"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
III-2-2-3	1	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	3	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
III-2-2-4	1	4"	4"	4"	4"	4"	4"	4"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	3	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
IV-1-1-1-1	1	1-1/2"	3"	3"	3"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	4	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0

Tipologia hidrant	tomas		vàlvula comporta	filtre CP	coll de signe	vàlvula comporta	valvula hidràulica	comptador	pilots i solenoide	ventosa trifuncional	vàlvula bola	manòmetre	portabrides	suport csigne	carret	arqueta
	núm toma	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø					
IV-1-1-1-3	1	3"	4"	4"	4"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	4	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
IV-2-2-2-3	1	3"	4"	4"	4"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	3	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	4	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
IV-2-2-2-3	1	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	3	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
	4	2"				2"	2"	2"	1				0	0	0	0
V-1-1-1-1-1	1	1-1/2"	3"	3"	3"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	4	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	5	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
V-1-1-1-1-2	1	2"	4"	4"	4"	2"	2"	2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	4	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	5	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
VI-1-1-1-1-1-1	1	1-1/2"	3"	3"	3"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1	1"	1"	1	1	1	1	1
	2	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	3	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	4	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	5	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0
	6	1-1/2"				1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	1				0	0	0	0

APÉNDICE 2: CAUDALES DE LÍNEA DE LA RED DE RIEGO

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
2	1	411	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	13,47	5,74	2,14	0,23	379,01	893,36	Ramal 0
684	411	484	Tuberia Principal	630_(PVCO-12)	44,16	34,77	1,35	1,66	379,01	893,36	Ramal 1
778	484	347	Tuberia Principal	630_(PVCO-12)	44,16	34,77	1,35	1,66	379,01	893,36	Ramal 1
722	437	429	Tuberia Principal	630_(PVCO-12)	55,16	41,84	1,31	0,02	367,47	858,35	Ramal 1
583	347	437	Tuberia Principal	630_(PVCO-12)	55,00	41,70	1,31	0,95	367,47	858,35	Ramal 1
711	429	389	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	56,00	42,59	2,00	0,09	355,16	825,12	Ramal 1
654	389	358	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	56,00	42,24	1,96	0,00	347,13	801,27	Ramal 1
601	358	5	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	58,00	44,34	1,81	0,25	320,56	730,58	Ramal 1
19	5	390	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	55,11	39,10	1,52	0,02	269,73	583,69	Ramal 1
656	390	391	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	54,00	34,57	1,47	0,53	260,10	564,79	Ramal 1
725	440	299	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	42,00	25,62	1,45	0,03	256,69	553,48	Ramal 1
509	300	392	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	44,00	27,15	1,45	0,10	256,69	553,48	Ramal 1
658	391	440	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	47,98	29,09	1,45	0,29	256,69	553,48	Ramal 1
508	299	300	Tuberia Principal	500_(PVCO-12)	42,00	25,26	1,45	0,36	256,69	553,48	Ramal 1
660	392	399	Tuberia Principal	450_(PVCO-12)	49,60	32,25	1,50	0,50	214,99	494,02	Ramal 1
669	399	21	Tuberia Principal	400_(PVCO-12)	73,42	52,59	1,61	0,14	182,94	428,59	Ramal 1
35	21	444	Tuberia Principal	400_(PVCO-12)	74,00	53,15	1,55	0,02	176,49	415,71	Ramal 1
729	444	11	Tuberia Principal	400_(PVCO-12)	87,39	62,51	1,55	4,03	176,49	415,71	Ramal 1
720	435	12	Tuberia Principal	355_(PVCO-12)	97,00	68,30	1,51	0,14	134,74	350,97	Ramal 1
21	11	435	Tuberia Principal	355_(PVCO-12)	97,00	68,65	1,51	3,47	134,74	350,97	Ramal 1
25	12	445	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	97,00	68,51	1,20	0,00	84,24	242,75	Ramal 1
730	445	77	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	97,00	68,46	1,20	0,02	84,24	242,75	Ramal 1
104	77	14	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	99,00	70,11	1,11	0,37	78,38	227,00	Ramal 1
29	15	448	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	108,22	77,40	1,09	0,00	76,87	158,67	Ramal 1
777	483	104	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	108,00	72,36	1,09	1,03	76,87	158,67	Ramal 1

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
733	448	483	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	108,00	72,36	1,09	1,03	76,87	158,67	Ramal 1
134	104	106	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	101,24	68,83	1,05	0,34	73,87	132,42	Ramal 1
27	14	15	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	103,00	73,29	1,09	0,52	73,79	216,42	Ramal 1
136	106	17	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	103,98	71,09	1,00	0,48	70,65	111,42	Ramal 1
661	392	318	Acometida	315_(PVCO-12)	44,00	26,51	0,84	0,02	59,46	59,46	Ramal 1
31	17	447	Tuberia Principal	200_(PEAD-12)	104,00	71,02	1,23	0,09	33,04	72,62	Ramal 1
732	447	110	Tuberia Principal	200_(PEAD-12)	104,00	65,35	1,23	1,83	33,04	72,62	Ramal 1
142	110	112	Tuberia Principal	200_(PEAD-12)	104,46	65,56	1,02	4,09	27,56	46,37	Ramal 1
712	429	430	Acometida	200_(PEAD-12)	55,16	41,72	0,98	0,02	23,80	33,24	Ramal 1
657	390	365	Acometida	140_(PEAD-10)	54,00	38,71	1,58	0,05	18,90	18,90	Ramal 1
655	389	49	Acometida	200_(PEAD-12)	56,00	42,13	0,61	0,00	16,33	23,85	Ramal 1
686	18	412	Acometida	140_(PEAD-12)	105,71	65,56	1,22	0,01	16,06	27,42	Ramal 1
144	112	18	Tuberia Principal	160_(PEAD-12)	105,65	65,52	0,93	1,23	16,06	27,42	Ramal 1
91	21	68	Acometida	110_(PEAD-10)	73,45	52,41	1,75	0,21	12,78	12,89	Ramal 1
146	112	113	Acometida	110_(PEAD-12)	104,46	65,13	1,41	0,13	11,50	18,95	Ramal 1
105	77	78	Acometida	110_(PEAD-12)	97,00	68,47	1,32	0,02	10,73	15,75	Ramal 1
107	14	79	Acometida	110_(PEAD-12)	101,16	70,53	1,07	1,44	8,69	10,58	Ramal 1
659	391	368	Acometida	125_(PEAD-10)	47,98	32,06	0,77	0,02	7,36	11,31	Ramal 1
736	106	450	Acometida	110_(PEAD-12)	105,04	71,50	0,74	1,13	6,03	21,00	Ramal 1
135	104	105	Acometida	75_(PEAD-16)	100,93	68,23	1,92	0,64	5,69	26,25	Ramal 1
143	110	111	Acometida	110_(PEAD-12)	110,79	75,61	0,67	0,36	5,48	26,25	Ramal 1
540	318	319	Tuberia 3ria	315_(PVCO-12)	43,60	26,73	0,84	0,01	0,00	59,46	Ramal 1
690	412	414	Tuberia 3ria	110_(PEAD-16)	105,76	65,60	0,83	0,02	0,00	5,25	Ramal 1
688	412	413	Tuberia 3ria	110_(PEAD-16)	105,71	65,47	0,83	0,02	0,00	5,25	Ramal 1
638	49	377	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	55,74	42,28	1,10	0,04	0,00	8,10	Ramal 1
718	430	433	Tuberia 3ria	180_(PEAD-10)	55,06	41,29	1,15	0,06	0,00	22,74	Ramal 1
617	365	366	Tuberia 3ria	140_(PEAD-10)	53,67	37,90	1,58	0,06	0,00	18,90	Ramal 1
479	113	284	Tuberia 3ria	110_(PEAD-12)	104,16	64,92	1,04	0,07	0,00	8,45	Ramal 1
626	368	371	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	47,70	31,78	0,82	0,07	0,00	6,06	Ramal 1
471	111	280	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	111,08	75,83	1,23	0,07	0,00	5,25	Ramal 1
357	79	222	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	101,19	70,45	1,80	0,11	0,00	5,33	Ramal 1
445	105	267	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	100,93	68,07	1,77	0,13	0,00	5,25	Ramal 1
349	78	218	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	97,84	69,09	1,77	0,21	0,00	5,25	Ramal 1
776	49	482	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	55,54	38,94	0,55	0,30	0,00	5,25	Ramal 1
742	450	453	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	105,04	70,82	1,77	0,32	0,00	5,25	Ramal 1
624	368	370	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	47,70	29,53	0,55	0,35	0,00	5,25	Ramal 1

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
329	68	208	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	73,72	52,14	2,23	0,54	0,00	7,64	Ramal 1
212	49	149	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	55,54	35,65	0,55	0,61	0,00	5,25	Ramal 1
716	430	432	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	55,06	28,09	0,55	1,08	0,00	5,25	Ramal 1
714	430	431	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	55,06	26,28	0,55	1,14	0,00	5,25	Ramal 1
483	113	286	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	115,86	75,26	1,23	1,56	0,00	5,25	Ramal 1
481	113	285	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	115,93	75,31	1,23	1,59	0,00	5,25	Ramal 1
708	412	427	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	107,23	65,38	1,51	1,71	0,00	6,42	Ramal 1
453	105	271	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	100,93	65,14	1,77	1,93	0,00	5,25	Ramal 1
634	49	375	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	58,30	42,19	1,53	2,69	0,00	5,25	Ramal 1
667	68	397	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	73,45	47,32	1,53	2,75	0,00	5,25	Ramal 1
477	111	283	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	115,58	77,11	1,23	3,29	0,00	5,25	Ramal 1
692	412	415	Tuberia 3ria	110_(PEAD-16)	115,31	70,75	0,83	4,42	0,00	5,25	Ramal 1
744	450	454	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	106,00	67,76	1,77	4,70	0,00	5,25	Ramal 1
740	450	452	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	105,04	65,04	1,77	4,87	0,00	5,25	Ramal 1
706	412	426	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	111,72	66,49	1,23	5,09	0,00	5,25	Ramal 1
738	450	451	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	106,83	67,87	1,23	5,42	0,00	5,25	Ramal 1
475	111	282	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	114,94	74,17	1,23	5,59	0,00	5,25	Ramal 1
469	111	279	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	112,57	71,64	1,23	5,76	0,00	5,25	Ramal 1
451	105	270	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	100,93	56,65	1,77	5,91	0,00	5,25	Ramal 1
449	105	269	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	101,15	60,45	1,77	7,99	0,00	5,25	Ramal 1
351	78	219	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	99,49	62,77	1,77	8,19	0,00	5,25	Ramal 1
359	79	223	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	104,00	64,05	1,77	9,33	0,00	5,25	Ramal 1
473	111	281	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	114,76	68,64	1,23	10,95	0,00	5,25	Ramal 1
702	78	423	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	97,31	54,80	1,77	13,98	0,00	5,25	Ramal 1
447	105	268	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	112,91	62,80	1,77	17,41	0,00	5,25	Ramal 1
9	5	439	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	55,11	40,11	1,30	0,01	91,88	146,90	Ramal 2
724	439	54	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	62,86	46,79	1,30	1,18	91,88	146,90	Ramal 2
72	54	56	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	69,38	52,66	1,03	0,65	72,54	117,83	Ramal 2
779	485	6	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	74,69	57,39	0,98	0,58	69,08	107,33	Ramal 2
74	56	485	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	74,69	57,39	0,98	0,58	69,08	107,33	Ramal 2
11	6	59	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	76,11	57,36	1,42	1,45	54,12	88,51	Ramal 2
78	59	7	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	83,63	62,77	1,27	2,11	48,47	78,01	Ramal 2
73	54	55	Acometida	160_(PEAD-10)	62,86	46,77	1,54	0,02	24,05	29,06	Ramal 2
13	7	442	Tuberia Principal	160_(PEAD-10)	84,00	63,02	1,33	0,12	20,79	20,79	Ramal 2
727	442	61	Tuberia Principal	160_(PEAD-10)	85,32	62,95	1,33	1,39	20,79	20,79	Ramal 2
77	6	58	Acometida	125_(PEAD-10)	77,85	53,87	1,97	6,68	18,82	18,82	Ramal 2

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
81	61	62	Acometida	140_(PEAD-10)	85,32	59,77	1,30	1,45	15,54	15,54	Ramal 2
79	59	60	Acometida	75_(PEAD-10)	76,11	57,10	1,94	0,16	6,64	10,50	Ramal 2
75	56	57	Acometida	75_(PEAD-10)	69,38	52,13	1,86	0,20	6,36	10,50	Ramal 2
756	463	464	Acometida	75_(PEAD-10)	94,40	61,48	1,53	0,53	5,25	5,25	Ramal 2
80	61	463	Tuberia Principal	90_(PEAD-10)	94,00	61,62	1,07	10,01	5,25	5,25	Ramal 2
287	62	187	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	83,59	59,53	1,44	0,10	0,00	7,08	Ramal 2
247	55	167	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	62,86	46,63	1,81	0,12	0,00	13,31	Ramal 2
263	58	175	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	78,10	54,00	1,54	0,12	0,00	11,36	Ramal 2
281	60	184	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	76,21	57,13	1,53	0,16	0,00	5,25	Ramal 2
249	57	168	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	69,11	51,97	1,53	0,23	0,00	5,25	Ramal 2
245	55	166	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	62,86	46,00	1,53	0,33	0,00	5,25	Ramal 2
758	464	465	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	94,85	61,54	1,53	0,40	0,00	5,25	Ramal 2
283	62	185	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	85,51	60,09	1,15	1,59	0,00	8,46	Ramal 2
243	55	165	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	66,66	47,98	1,53	2,59	0,00	5,25	Ramal 2
275	60	181	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	77,10	53,32	1,53	4,87	0,00	5,25	Ramal 2
241	55	164	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	65,05	43,69	1,53	5,27	0,00	5,25	Ramal 2
271	58	179	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	80,44	49,89	1,51	6,57	0,00	7,46	Ramal 2
257	57	172	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	71,53	46,52	1,53	8,10	0,00	5,25	Ramal 2
602	358	438	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	55,76	42,34	0,76	0,01	53,85	70,69	Ramal 3
723	438	384	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	57,23	43,41	0,76	0,40	53,85	70,69	Ramal 3
647	384	360	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	58,49	44,26	0,76	0,41	53,85	70,69	Ramal 3
606	360	38	Tuberia Principal	200_(PEAD-10)	65,08	47,66	1,67	3,19	40,65	51,90	Ramal 3
53	38	42	Tuberia Principal	180_(PEAD-10)	77,36	55,63	1,42	4,31	28,14	35,99	Ramal 3
607	360	361	Acometida	125_(PEAD-10)	58,49	44,10	1,58	0,09	15,09	18,79	Ramal 3
54	38	39	Acometida	110_(PEAD-10)	65,08	47,44	1,70	0,08	12,50	15,91	Ramal 3
60	42	44	Acometida	110_(PEAD-10)	78,00	55,99	1,55	0,28	11,44	13,47	Ramal 3
58	42	43	Acometida	110_(PEAD-10)	77,55	55,73	1,43	0,09	10,52	12,02	Ramal 3
62	4	45	Acometida	90_(PEAD-10)	85,40	48,35	1,26	0,11	6,19	10,50	Ramal 3
57	42	4	Tuberia Principal	90_(PEAD-10)	85,40	49,48	1,81	14,18	6,19	10,50	Ramal 3
632	361	374	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	58,46	44,06	1,84	0,08	0,00	13,54	Ramal 3
630	361	373	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	58,86	44,44	1,53	0,10	0,00	5,25	Ramal 3
196	43	141	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	77,55	55,61	1,98	0,12	0,00	6,77	Ramal 3
200	44	143	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	78,18	56,04	1,67	0,13	0,00	8,22	Ramal 3
204	45	145	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	84,38	48,19	1,53	0,14	0,00	5,25	Ramal 3
186	39	135	Tuberia 3ria	63_(PEAD-10)	64,96	47,26	2,18	0,20	0,00	5,25	Ramal 3
190	39	137	Tuberia 3ria	63_(PEAD-10)	65,09	46,92	2,25	0,67	0,00	5,41	Ramal 3
188	39	136	Tuberia 3ria	63_(PEAD-10)	65,24	46,95	2,18	0,79	0,00	5,25	Ramal 3

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
206	45	146	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	84,38	42,65	1,07	1,42	0,00	5,25	Ramal 3
198	43	142	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	78,54	53,85	1,53	2,87	0,00	5,25	Ramal 3
202	44	144	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	78,00	49,45	1,53	6,44	0,00	5,25	Ramal 3
23	12	446	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	97,00	68,51	1,18	0,00	82,82	108,22	Ramal 4
731	446	80	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	97,00	66,03	1,18	0,83	82,82	108,22	Ramal 4
108	80	82	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	95,35	63,98	0,99	0,07	70,02	92,88	Ramal 4
570	338	339	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	103,00	73,14	0,79	0,23	55,94	66,63	Ramal 4
110	82	338	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	95,00	65,37	0,79	0,24	55,94	66,63	Ramal 4
571	339	86	Tuberia Principal	200_(PEAD-12)	114,62	82,23	1,33	2,53	35,44	46,13	Ramal 4
117	86	88	Acometida	160_(PEAD-12)	114,62	81,42	1,46	0,71	24,75	25,13	Ramal 4
573	339	340	Acometida	160_(PEAD-12)	103,00	73,07	1,19	0,00	20,50	20,50	Ramal 4
109	80	81	Acometida	125_(PEAD-12)	95,35	66,01	1,46	0,03	15,34	15,34	Ramal 4
111	82	83	Acometida	110_(PEAD-12)	95,11	65,40	1,73	0,32	14,09	26,25	Ramal 4
115	86	87	Acometida	110_(PEAD-12)	114,86	82,26	1,31	0,21	10,69	21,00	Ramal 4
575	340	341	Tuberia 3ria	160_(PEAD-12)	103,02	73,15	1,19	0,01	0,00	20,50	Ramal 4
365	81	226	Tuberia 3ria	125_(PEAD-12)	95,43	66,04	1,46	0,04	0,00	15,34	Ramal 4
391	88	239	Tuberia 3ria	110_(PEAD-12)	114,52	81,35	0,92	0,06	0,00	7,53	Ramal 4
373	83	230	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	95,49	65,63	1,77	0,15	0,00	5,25	Ramal 4
381	87	234	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	115,19	82,44	1,77	0,15	0,00	5,25	Ramal 4
385	87	236	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	115,27	82,21	1,77	0,46	0,00	5,25	Ramal 4
379	87	233	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	114,86	80,42	1,77	1,41	0,00	5,25	Ramal 4
387	88	237	Tuberia 3ria	125_(PEAD-12)	114,52	72,93	1,17	3,62	0,00	12,36	Ramal 4
375	83	231	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	97,72	63,77	1,23	4,24	0,00	5,25	Ramal 4
389	88	238	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	114,52	73,37	1,23	5,06	0,00	5,25	Ramal 4
393	87	240	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	115,27	76,31	1,77	6,36	0,00	5,25	Ramal 4
371	83	229	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	97,09	60,93	1,77	6,45	0,00	5,25	Ramal 4
369	83	228	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	98,98	62,75	1,23	6,52	0,00	5,25	Ramal 4
367	83	227	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	99,74	53,37	1,77	16,67	0,00	5,25	Ramal 4
33	15	449	Tuberia Principal	160_(PEAD-12)	108,22	77,39	1,35	0,01	23,22	57,75	Ramal 5
734	449	93	Tuberia Principal	160_(PEAD-12)	108,74	77,36	1,35	0,77	23,22	57,75	Ramal 5
122	93	455	Tuberia Principal	160_(PEAD-12)	109,00	77,43	1,04	0,20	17,97	42,00	Ramal 5
745	455	97	Tuberia Principal	160_(PEAD-12)	112,28	78,11	0,61	0,58	10,50	21,00	Ramal 5
746	455	456	Acometida	90_(PEAD-16)	111,99	78,31	1,75	0,10	7,47	21,00	Ramal 5
127	97	98	Acometida	90_(PEAD-16)	112,28	78,09	1,23	0,02	5,25	10,50	Ramal 5
123	93	94	Acometida	75_(PEAD-16)	108,74	77,30	1,77	0,06	5,25	15,75	Ramal 5

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
129	19	99	Acometida	90_(PEAD-16)	112,58	73,72	1,23	0,66	5,25	10,50	Ramal 5
126	97	19	Tuberia Principal	90_(PEAD-16)	112,58	74,75	1,23	3,66	5,25	10,50	Ramal 5
437	99	263	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	112,21	73,67	1,23	0,02	0,00	5,25	Ramal 5
431	98	260	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	112,28	78,00	1,23	0,09	0,00	5,25	Ramal 5
415	94	252	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	108,87	77,34	1,77	0,09	0,00	5,25	Ramal 5
754	456	460	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	112,12	78,33	1,77	0,11	0,00	5,25	Ramal 5
748	456	457	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	111,99	77,34	1,77	0,57	0,00	5,25	Ramal 5
435	99	262	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	112,21	72,60	1,23	0,71	0,00	5,25	Ramal 5
413	94	251	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	109,14	76,95	1,77	0,75	0,00	5,25	Ramal 5
752	456	459	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	111,99	76,00	1,77	2,28	0,00	5,25	Ramal 5
750	456	458	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	111,99	75,89	1,77	2,42	0,00	5,25	Ramal 5
429	98	259	Tuberia 3ria	90_(PEAD-16)	112,28	74,44	1,23	2,77	0,00	5,25	Ramal 5
710	94	428	Tuberia 3ria	75_(PEAD-16)	108,74	65,16	1,77	9,74	0,00	5,25	Ramal 5
672	399	443	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	71,00	50,30	0,87	0,01	61,33	65,43	Ramal 6
728	443	398	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	71,00	50,27	0,87	0,03	61,33	65,43	Ramal 6
671	398	24	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	73,54	52,70	0,87	0,11	61,33	65,43	Ramal 6
39	24	72	Tuberia Principal	160_(PEAD-10)	86,07	58,22	1,53	7,01	23,84	27,13	Ramal 6
99	25	74	Acometida	125_(PEAD-10)	77,14	47,45	1,55	0,08	14,79	14,79	Ramal 6
96	72	25	Tuberia Principal	125_(PEAD-10)	86,07	47,56	1,55	1,73	14,79	14,79	Ramal 6
97	72	73	Acometida	110_(PEAD-10)	86,07	51,42	1,23	4,24	9,06	12,35	Ramal 6
343	74	215	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	77,12	47,25	1,55	0,05	0,00	14,79	Ramal 6
339	73	213	Tuberia 3ria	63_(PEAD-10)	83,51	51,01	2,18	0,35	0,00	5,25	Ramal 6
341	73	214	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	93,97	57,72	1,44	4,16	0,00	7,10	Ramal 6
17	7	441	Tuberia Principal	180_(PEAD-10)	84,00	63,03	1,40	0,11	27,68	57,22	Ramal 7
726	441	115	Tuberia Principal	180_(PEAD-10)	84,00	59,65	1,40	3,27	27,68	57,22	Ramal 7
150	115	116	Acometida	160_(PEAD-10)	83,89	59,58	1,17	0,01	18,33	25,72	Ramal 7
524	309	310	Acometida	110_(PEAD-10)	84,56	59,70	1,27	0,02	9,35	31,50	Ramal 7
149	115	309	Tuberia Principal	110_(PEAD-10)	84,56	59,72	1,27	0,60	9,35	31,50	Ramal 7
532	310	314	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	84,56	59,66	1,07	0,02	0,00	5,25	Ramal 7
517	116	305	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	83,84	59,41	1,07	0,09	0,00	5,25	Ramal 7
521	116	307	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	83,99	59,49	1,07	0,25	0,00	5,25	Ramal 7
515	116	304	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	85,20	60,44	1,07	0,51	0,00	5,25	Ramal 7
513	116	303	Tuberia 3ria	125_(PEAD-10)	86,39	60,64	1,05	1,49	0,00	9,97	Ramal 7
526	310	311	Tuberia 3ria	110_(PEAD-10)	84,56	56,03	0,71	1,55	0,00	5,25	Ramal 7
530	310	313	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	84,56	56,25	1,07	2,34	0,00	5,25	Ramal 7
528	310	312	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	84,56	55,20	1,07	3,30	0,00	5,25	Ramal 7

ID Arc	Nod Ini	Nod Fin	Tipo	Material	Tub Pest	Tub PDin	Tub Ver	Pérd Total	Q Clem	Q_Ac	IDArc
536	310	316	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	90,29	61,30	1,07	4,13	0,00	5,25	Ramal 7
534	310	315	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	94,39	61,70	1,07	7,82	0,00	5,25	Ramal 7
584	347	436	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	41,00	28,64	0,99	0,00	24,25	35,01	Ramal 8
721	436	349	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	44,45	32,01	0,64	0,08	24,25	35,01	Ramal 8
587	349	350	Acometida	160_(PEAD-10)	44,45	31,95	0,82	0,01	12,81	12,81	Ramal 8
592	348	353	Acometida	160_(PEAD-10)	52,08	39,16	0,73	0,01	11,44	22,20	Ramal 8
585	349	348	Tuberia Principal	180_(PEAD-10)	51,79	38,88	0,58	0,47	11,44	22,20	Ramal 8
596	353	355	Tuberia 3ria	140_(PEAD-10)	52,55	39,62	0,54	0,01	0,00	6,45	Ramal 8
589	350	351	Tuberia 3ria	160_(PEAD-10)	44,50	32,03	0,82	0,01	0,00	12,81	Ramal 8
598	353	356	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	52,24	38,84	1,07	0,48	0,00	5,25	Ramal 8
600	353	357	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	56,34	41,10	1,07	2,32	0,00	5,25	Ramal 8
594	353	354	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	60,40	43,50	1,07	3,98	0,00	5,25	Ramal 8
42	11	27	Tuberia Principal	315_(PVCO-12)	87,44	62,07	0,92	0,49	64,74	64,74	Ramal 9
103	27	76	Acometida	315_(PVCO-12)	87,46	62,08	0,54	0,00	38,28	38,28	Ramal 9
101	27	75	Acometida	180_(PEAD-10)	87,44	61,65	1,34	0,02	26,46	26,46	Ramal 9
347	76	217	Tuberia 3ria	315_(PVCO-12)	89,22	63,84	0,54	0,01	0,00	38,28	Ramal 9
345	75	216	Tuberia 3ria	180_(PEAD-10)	87,11	61,69	1,34	0,03	0,00	26,46	Ramal 9
30	17	16	Tuberia Principal	250_(PEAD-12)	109,16	75,58	0,92	0,69	38,80	38,80	Ramal 10
139	16	108	Acometida	125_(PEAD-12)	109,20	75,56	1,95	0,06	20,51	20,51	Ramal 10
141	16	109	Acometida	125_(PEAD-12)	110,23	76,50	1,74	0,15	18,29	18,29	Ramal 10
467	109	278	Tuberia 3ria	125_(PEAD-12)	110,23	76,46	1,74	0,04	0,00	18,29	Ramal 10
465	108	277	Tuberia 3ria	125_(PEAD-12)	109,20	73,21	1,95	0,63	0,00	20,51	Ramal 10
38	24	69	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	73,77	52,91	0,98	0,03	37,49	38,29	Ramal 11
95	23	71	Acometida	250_(PEAD-10)	80,14	59,00	0,60	0,00	22,86	22,86	Ramal 11
92	69	23	Tuberia Principal	250_(PEAD-10)	78,99	57,85	0,60	0,27	22,86	22,86	Ramal 11
93	69	70	Acometida	110_(PEAD-10)	73,77	52,80	1,99	0,09	14,63	15,43	Ramal 11
628	71	372	Tuberia 3ria	200_(PEAD-10)	80,14	56,45	0,64	0,25	0,00	15,59	Ramal 11
333	70	210	Tuberia 3ria	63_(PEAD-10)	74,18	52,91	2,18	0,31	0,00	5,25	Ramal 11
335	70	211	Tuberia 3ria	90_(PEAD-10)	73,75	49,17	2,07	1,13	0,00	10,18	Ramal 11
337	71	212	Tuberia 3ria	75_(PEAD-10)	80,14	53,35	2,12	1,17	0,00	7,27	Ramal 11

Relación de hidrantes por ramal.

APÉNDICE 3: EQUIPOS

Analysis for Network Alpicat rev 1

Branch: Main Branch

Project **CCRR Alpicat**

Analysis Types

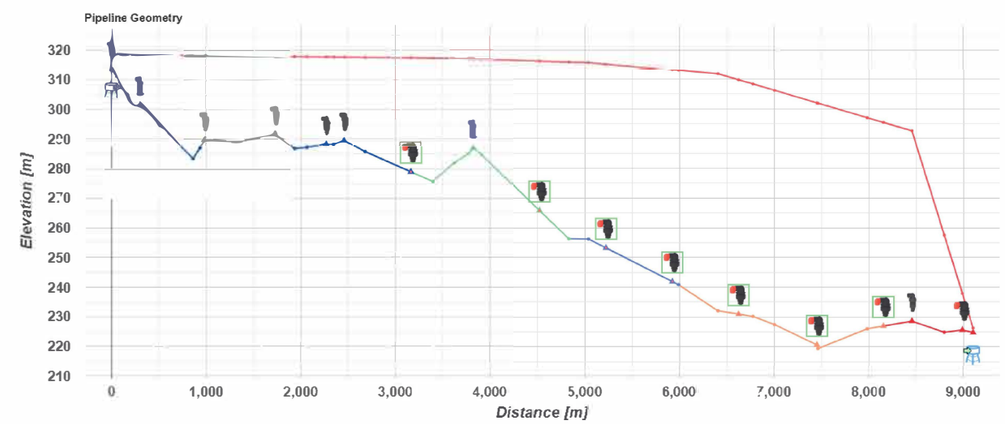
Project date:	**2022-10-05**	Report Date:	**2023-01-26**
Designer:		Distance units:	**m**
Application:	**Water Supply**	Diameter units:	**mm**
Fluid type:	**Water**	Velocity Units:	**m/sec**
Analysis type:	**Filling, Rupture, Spacing**	Flow units:	**m³/h**
		Pressure units:	**m H2O**
Rupture ratio:	**30 %**		

Note

ARIavCAD does not perform water hammer or surge analysis. A.R.I. Flow Control Accessories, or its representatives, are not responsible for any damages resulting from actions taken in response to ARIavCAD analysis results. Clarification: ARIavCAD analysis assumes full-pipe pressurized flow in all pipe sections. Pipe sections with partial flow, either constant or intermittent, require special treatment, not covered by ARIavCAD. ARIavCAD analysis is suitable only to A.R.I air valves !!

ARIAVCAD SIZING & LOCATION PROGRAM
A.R.I. OPTIMAL FLOW SOLUTIONS

Graph



Alpicat

Pipe: Alpicat rev 1 1 Pipe; Max. Neg. Press.: 4 [m H2O]; Material: PVC;Diameter: 597.8 [mm]

Station	Distance [m]	Elevation [m]	Accessories
1 - 1	2.096	313.337	Alpicat rev 1 Water Tower DH: 5 (m H2O), Flowrate: 0 (m³/h) D46-P16-T2[NY]
8 - 8	328.093	301.634	D46-P16-03[DI]
12 - 12	1,085,949	293.970	D46-P16-T2[NY]
14 - 14	1,734.183	291.900	D46-P16-T2[NY]
17 - 17	2,270.181	288.200	D46-P16-T2[NY]
19 - 19	2,459.707	289.556	D46-P16-T2[NY]
21 - 20	3,275.777	272.067	D40-P16-T2[NY] (Spacing)

Pipe: Alpicat rev 1 2 Pipe; Max. Neg. Press.: 4 [m H2O]; Material: PVC;Diameter: 475.2 [mm]

Station	Distance [m]	Elevation [m]	Accessories
26 - 25	3,767.893	285.129	D46-P16-03[DI]

28 - 26	4,521.239	263.191	D40-P16-T2[NY] (Spacing)

Pipe: Alpicat rev 1 3 Pipe; Max. Neg. Press.: 4 [m H2O]; Material: PVC;Diameter: 380.2 [mm]

Station	Distance [m]	Elevation [m]	Accessories
31 - 28	5,234.763	252.513	D40-P16-T2[NY] (Spacing)
32 - 28	5,921.036	239.346	D40-P16-T2[NY] (Spacing)

Pipe: Alpicat rev 1 4 Pipe; Max. Neg. Press.: 4 [m H2O]; Material: PVC;Diameter: 299.4 [mm]

Station	Distance [m]	Elevation [m]	Accessories
35 - 30	6,600.827	229.609	D40-P16-T2[NY] (Spacing)
38 - 33	7,420.977	218.538	D40-P16-T2[NY] (Spacing)
41 - 35	8,118.159	227.021	D40-P16-T2[NY] (Spacing)

Pipe: Alpicat rev 1 5 Pipe; Max. Neg. Press.: 4 [m H2O]; Material: PVC;Diameter: 185.3 [mm]

Station	Distance [m]	Elevation [m]	Accessories
42 - 36	8,485.558	229.910	D46-P16-T2[NY]
44 - 38	8,990.748	227.790	D40-P16-T2[NY]
45 - 39	9,095.160	224.790	Alpicat rev 1 Reservoir Level: 0 (m H2O)

ARIAVCAD SIZING & LOCATION PROGRAM
A.R.I. OPTIMAL FLOW SOLUTIONS

Summary

Air Valves	Quantity
D46 2" PN16	6
D46 3" PN16	2
D40 2" PN16	8

APÉNDICE 4: CÁLCULO MECÁNICO TUBERÍAS

CÁLCULO MACIZOS DE ANCLAJE DE TUBERÍAS ZONA EB Y BALSAS

MASSISSOS D'ANCORATGE

ρ aigua =	1.000,00	kg/m³		ρ formigó (kg/m³) =	2.300,00	Cohesió terr. (kN/m²):	2,00			Fórmules d'empenta segons tipus de recinte:																	
1 kN =	101,97	kp		θ_{adm} terr. (kp/m²) =	10.000,00	Coef.minor. passiu:	6,00			Colze:	2PA·sen(a/2)	a= angle entre canonades															
1 m.c.a =	999,97	kp/m²		φ (°) =	30,00	Coef.emp. passiu (Kp):	3,00			Reducció:	P·(A1 - A2)	Ax = Seccions dels tubs															
g =	9,81	m/s²		ρ seca sòl (g/cm³) =	1,60	**Coef. Seguretat:**	**1,20**			Derivació:	P·A	A=secció de la derivació															
				ρ partícules (g/cm³) =	2,65					Tap /	P·A	**(Una derivació tancada															
				ρ sòl subm. (g/cm³) =	0,996					Seccionament:		no produeix empentes)**															

CONSTANTS

Coeficient de longitud de tub dins del dau, respecte a la longitud del dau:

Recobriment mínim de terres:

Croquis	PK	Material	Fondària de la generatriu inferior de la canonada (m)	Fondària fins a la base del massís (m)	Nombre de peces/forces en aquest PK	Descripció de cadascuna de les peces	Pressió MDP (m.c.a.)	Canvi d'alineació (només colzes vert.)			Angle entre canonades (només colzes horitzontals)	Seccions de les conduccions				Empentes		Mides orientatives del dau			Resultats						
								Pendent entrada (%)	Pendent sortida (%)	Angle vertical (°)		Diàmetre 1 [principal] (mm)	Secció 1 (m²)	Diàmetre 2 [derivació/reducció] (mm)	Secció 2 (m²)	Nom	Tipus	Llarg (m)	Alçada (m)	Ample rassa / dau / servitud (m)	Resultant H	Coeficient seguretat (Fregament)	Resultant Z	Coeficient seguretat (Resultant Z)	Tensió vertical transmesa al terreny (kp/m²)	Recobriment de terres (m)	Volum de formigó (m³)
1		PVC-OR	2,00	2,20	1	Colze H	10,00	1,00	1,00	0,00	90,00	500,00	0,20		0,00	F1	XY	1,00	1,00	1,00	3.729,95	1,34	3.900,93	N/A	3.900,93	1,20	**0,75**
2		PEAD	2,00	2,20	1	Colze H	40,00	1,00	1,00	0,00	45,00	500,00	0,20		0,00	F1	XY	2,00	1,00	1,00	7.459,90	1,24	7.801,86	N/A	3.900,93	1,20	**1,51**
2		PEAD	2,00	2,20	1	Colze V	40,00	1,00	30,00	16,13		500,00	0,20		0,00	F1	XY	1,00	1,00	1,00	3.729,95	1,69	3.900,93	N/A	3.900,93	1,20	**0,75**

MACIZOS RED

Pk	TipoPE	NDeriva	RefMat1	RefMat2	RefMat3	RefMat4	Angulo1	P	Ramal	F	Vol	ENCOFRAT M2	TipoMacizo
39,0564682	Codo-ampliación	1	500_(PVCO-12)	630_(PVCO-12)			40,09388854	64,16400146	Ramal 0	11,84374877	5,149455989	8	2x2x2
1923,738479	Codo	0	630_(PVCO-12)				41,794137	45,6	Ramal 1	9,130356172	3,969720075	8	2x2x2
2385,650929	Derivación	2	630_(PVCO-12)	630_(PVCO-12)	250_(PEAD-10)		0,06478876	96,94801025	Ramal 1	3,668370504	1,594943697	4,5	1.5x1.5x1.5
2909,556449	Derivación-Reducción (Hid)	2	630_(PVCO-12)	500_(PVCO-12)	200_(PEAD-12)		0,000350094	114,1920044	Ramal 1	13,43758879	5,84242991	8	2x2x2
2926,646149	Derivación (Hid)	2	500_(PVCO-12)	200_(PEAD-12)	500_(PVCO-12)		0,009640766	115,2	Ramal 1	3,103442107	1,349322655	4,5	1.5x1.5x1.5
2927,334968	Derivación	2	500_(PVCO-12)	500_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)		0,010078795	114,7799927	Ramal 1	8,077986206	3,512167916	8	2x2x2
3271,067781	Derivación	2	500_(PVCO-12)	500_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)		0,121804802	114,1319824	Ramal 1	7,993178016	3,47529479	8	2x2x2
3276,926114	Derivación (Hid)	2	500_(PVCO-12)	140_(PEAD-10)	500_(PVCO-12)		0,00547303	112,8	Ramal 1	1,350944947	0,587367368	2	1x1x1
3520,887708	Derivación (Hid)	2	500_(PVCO-12)	125_(PEAD-10)	500_(PVCO-12)		0,003587077	105,5760132	Ramal 1	1,008128929	0,438316926	3,6	0.8x0.8x0.8
3765,568409	Codo	0	500_(PVCO-12)				96,61541322	45,6	Ramal 1	12,07813329	5,2513623	4	2x2x2
3912,055251	Codo	0	500_(PVCO-12)				87,92277537	48	Ramal 1	11,81903373	5,138710316	8	2x2x2
3948,088954	Derivación-Reducción (Hid)	2	500_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)	450_(PVCO-12)		0,023389544	100,8	Ramal 1	7,407324108	3,220575699	8	2x2x2
5031,069954	Codo	0	450_(PVCO-12)				88,40043832	46,78798828	Ramal 1	9,372816149	4,075137456	8	2x2x2
5041,341851	Derivación-Reducción	2	450_(PVCO-12)	400_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)		2,140717956	133,2	Ramal 1	10,66561956	4,637225897	8	2x2x2
5045,270254	Codo	0	400_(PVCO-12)				81,88576815	133,2120117	Ramal 1	19,82128809	8,617951342	18	3x3x3
5071,157518	Derivación (Hid)	2	400_(PVCO-12)	110_(PEAD-10)	400_(PVCO-12)		0,002128126	136,1039978	Ramal 1	1,002205591	0,435741561	1,28	0.8x0.8x0.8
6016,060859	Derivación-Reducción	2	400_(PVCO-12)	355_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)		1,219357068	152,8679993	Ramal 1	11,45920806	4,982264373	8	2x2x2
6781,946709	Derivación-Reducción	2	355_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)		6,427790915	164,1479919	Ramal 1	8,204513869	3,567179943	8	2x2x2
6793,475489	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	110_(PEAD-12)	315_(PVCO-12)		0,003845141	164,3640015	Ramal 1	1,341208271	0,583134031	2	1x1x1
7015,959426	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	110_(PEAD-12)	315_(PVCO-12)		0,713040712	167,1840088	Ramal 1	1,219875488	0,530380647	2	1x1x1
7486,396552	Derivación	2	315_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)	160_(PEAD-12)		0,826547468	177,8640015	Ramal 1	3,07235751	1,335807613	4,5	1.5x1.5x1.5
7989,089553	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	75_(PEAD-16)	315_(PVCO-12)		0,63545795	169,0679993	Ramal 1	0,625785615	0,272080702	1,28	0.8x0.8x0.8
8114,74849	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)	110_(PEAD-12)		0,000702397	169,4880066	Ramal 1	1,38236591	0,601028656	2	1x1x1
8301,118708	Derivación-Reducción	2	315_(PVCO-12)	200_(PEAD-12)	250_(PEAD-12)		2,657711308	172,7759949	Ramal 1	0,372411715	0,161918137	1,28	0.8x0.8x0.8
8550,042145	Derivación (Hid)	2	200_(PEAD-12)	110_(PEAD-12)	200_(PEAD-12)		0,002277482	168,2039978	Ramal 1	1,37156912	0,5963344	2	1x1x1
9285,99973	Derivación-Reducción (Hid)	2	200_(PEAD-12)	160_(PEAD-12)	110_(PEAD-12)		0,231634248	173,3520081	Ramal 1	2,25737611	0,981467874	2	1x1x1
9487,309624	Reducción (Hid)	1	160_(PEAD-12)	140_(PEAD-12)			2,121742439	174,7799927	Ramal 1	0,712466544	0,309768063	1,28	0.8x0.8x0.8

Pk	TipoPE	NDeriva	RefMat1	RefMat2	RefMat3	RefMat4	Angulo1	P	Ramal	F	Vol	ENCOFRAT M2	TipoMacizo
291,2617726	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	160_(PEAD-10)	315_(PVCO-12)		0,001380674	123,4319824	Ramal 2	1,927119393	0,837877997	2	1x1x1
537,1666422	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	315_(PVCO-12)	75_(PEAD-10)		0,002776238	131,2560059	Ramal 2	0,448605776	0,19504599	1,28	0.8x0.8x0.8
775,4738294	Derivación-Reducción (Hid)	2	315_(PVCO-12)	125_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)		0,165064882	137,6280029	Ramal 2	4,597311556	1,998831111	4,5	1.5x1.5x1.5
948,8497798	Derivación (Hid)	2	250_(PEAD-10)	75_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)		0,001611339	139,3320007	Ramal 2	0,476533385	0,207188428	1,28	0.8x0.8x0.8
1259,825696	Codo-Derivación-Reduccion	2	250_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)		85,53375474	148,3560059	Ramal 2	4,253482328	1,849340143	4,5	1.5x1.5x1.5
1377,325244	Codo-Derivación-Reduccion (Hid)	2	160_(PEAD-10)	140_(PEAD-10)	90_(PEAD-10)		85,57297541	150,3840088	Ramal 2	2,317732518	1,007709791	4,5	1.5x1.5x1.5
1956,63427	Reducción (Hid)	1	90_(PEAD-10)	75_(PEAD-10)			25,45208296	160,8	Ramal 2	0,378397888	0,164520821	1,28	0.8x0.8x0.8
522,4811432	Derivación-Reducción (Hid)	2	315_(PVCO-12)	200_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)		0,003278606	118,1879883	Ramal 3	5,504189248	2,39312576	4,5	1.5x1.5x1.5
734,0734233	Derivación-Reducción (Hid)	2	200_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)		0,036747143	126,0959839	Ramal 3	1,162982289	0,505644474	2	1x1x1
1072,711662	Cruceta-Reducción (Hid)	3	180_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)	90_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)	67,4550111	140,8320007	Ramal 3	0,948683633	0,412471145	1,28	0.8x0.8x0.8
1309,471688	Codo (Hid)	1	90_(PEAD-10)	90_(PEAD-10)			99,79551383	150,4799927	Ramal 3	1,134100379	0,493087121	1,28	0.8x0.8x0.8
99,91106067	Codo	0	315_(PVCO-12)				53,81380584	45,6	Ramal 4	2,90567707	1,263337857	4,5	1.5x1.5x1.5
249,4573915	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	125_(PEAD-12)	315_(PVCO-12)		0,178493847	162,4200073	Ramal 4	1,676070384	0,728726254	2	1x1x1
278,4109569	Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	110_(PEAD-12)	315_(PVCO-12)		0,198936412	160,0439941	Ramal 4	1,266342306	0,550583611	2	1x1x1
494,669602	Codo	0	315_(PVCO-12)				69,67688914	48	Ramal 4	3,86101848	1,678703687	4,5	1.5x1.5x1.5
561,2891122	Derivación-Reducción (Hid)	2	315_(PVCO-12)	160_(PEAD-12)	200_(PEAD-12)		0,026503913	171,6	Ramal 4	7,705450084	3,350195689	8	2x2x2
837,3897064	Derivación-Reducción (Hid)	2	200_(PEAD-12)	110_(PEAD-12)	160_(PEAD-12)		27,38038758	185,5439941	Ramal 4	1,168970946	0,508248237	2	1x1x1
70,49490776	Derivación (Hid)	2	160_(PEAD-12)	75_(PEAD-16)	160_(PEAD-12)		0,010591926	178,4880066	Ramal 5	0,527964675	0,229549859	1,28	0.8x0.8x0.8
362,5480663	Derivación (Hid)	2	160_(PEAD-12)	160_(PEAD-12)	90_(PEAD-16)		0,552372302	181,8240051	Ramal 5	0,744229902	0,323578218	1,28	0.8x0.8x0.8
573,817522	Derivación-Reducción (Hid)	2	160_(PEAD-12)	90_(PEAD-16)	90_(PEAD-16)		0,013241732	182,7359985	Ramal 5	2,556607382	1,111568427	4,5	1.5x1.5x1.5
719,9712362	Codo (Hid)	1	90_(PEAD-16)	90_(PEAD-16)			96,02555274	183,0960022	Ramal 5	1,158017184	0,503485732	2	1x1x1
71,44713632	Derivación-Reducción	2	315_(PVCO-12)	160_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)		1,361937276	136,2479919	Ramal 6	2,270664017	0,987245225	2	1x1x1
491,7994965	Derivación-Reducción (Hid)	2	160_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)		0,056929712	151,2840088	Ramal 6	1,448961203	0,629983132	2	1x1x1
565,7506003	Codo (Hid)	1	125_(PEAD-10)	125_(PEAD-10)			31,36998576	140,5679993	Ramal 6	0,724925118	0,315184834	1,28	0.8x0.8x0.8
273,1442569	Codo-Derivación-Reduccion (Hid)	2	180_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)		71,13237858	148,6679993	Ramal 7	2,428481744	1,055861628	4,5	1.5x1.5x1.5
304,1859219	Codo (Hid)	1	110_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)			98,39615726	149,4719971	Ramal 7	1,665370626	0,724074185	2	1x1x1
48,11878221	Derivación-Reducción (Hid)	2	250_(PEAD-10)	180_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)		0,010123039	101,3400146	Ramal 8	2,395747777	1,041629468	4,5	1.5x1.5x1.5
251,877124	Reducción (Hid)	1	180_(PEAD-10)	160_(PEAD-10)			27,18267425	110,1480103	Ramal 8	1,017251169	0,442283117	1,28	0.8x0.8x0.8

Pk	TipoPE	NDeriva	RefMat1	RefMat2	RefMat3	RefMat4	Angulo1	P	Ramal	F	Vol	ENCOFRAT M2	TipoMacizo
61,47088418	Codo	0	315_(PVCO-12)				73,31465568	46,8	Ramal 9	3,934267702	1,710551175	4,5	1.5x1.5x1.5
77,96518747	Codo	0	315_(PVCO-12)				68,9231542	45,6	Ramal 9	3,633224854	1,57966298	4,5	1.5x1.5x1.5
228,9645309	Codo-Derivación (Hid)	2	315_(PVCO-12)	180_(PEAD-10)	315_(PVCO-12)		78,48911052	152,9280029	Ramal 9	12,22630646	5,315785418	8	2x2x2
204,6009622	Codo-Derivación-Reduccion (Hid)	2	250_(PEAD-12)	125_(PEAD-12)	125_(PEAD-12)		99,9447394	178,9920044	Ramal 10	6,339377679	2,756251165	4,5	1.5x1.5x1.5
9,924083651	Derivación (Hid)	2	250_(PEAD-10)	110_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)		0,029630262	136,5240051	Ramal 11	1,007423472	0,438010205	1,28	0.8x0.8x0.8
177,5649201	Codo (Hid)	1	250_(PEAD-10)	250_(PEAD-10)			44,63193796	142,7880066	Ramal 11	4,137056104	1,798720045	4,5	1.5x1.5x1.5
											110,3251513	249,52	
		HM-20 m3	Encofrado m2	acero kg									
	RAMAL 0 Y 1	71,21708834	144,22	1780,43									
	RAMAL 2	6,26051428	19,34	156,51									
	RAMAL 3	3,8043285	9,06	95,11									
	RAMAL 4	8,079795335	23	201,99									
	RAMAL 5	2,168182236	9,06	54,20									
	RAMAL 6	1,93241319	5,28	48,31									
	RAMAL 7	1,779935813	6,5	44,50									
	RAMAL 8	1,483912585	5,78	37,10									
	RAMAL 9	8,605999573	17	215,15									
	RAMAL 10	2,756251165	4,5	68,91									
	RAMAL 11	2,23673025	5,78	55,92									
	TOTAL	**110,3251513**	**249,52**	2758,13									

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN 12201-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PE100	
Presión nominal(PN) :	10	bar
Diámetro nominal (DN) :	250	mm
Espesor (e) :	18.4	mm
Diámetro interior (di) :	213.2	mm
Radio medio (Rm) :	0.1158	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=200, Et(cp)=800;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	9.5	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 14, Sigma-t(cp)=21	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	7.45	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.00125	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.5	m
Anchura de la zanja (B) :	0.8	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=180
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	5,28955	5,75289	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	5,28955	5,75289	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	1,57082	0,63341	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.26603174462637 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.10599524234496 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,01773	0,01929	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,01773	-0,01929	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,01773	0,01929	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,00653	-0,00625	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,00653	0,00625	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,00653	-0,00625	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,00381	-0,00154	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,00438	0,00177	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,00381	-0,00154	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00081	0,00081	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00092	-0,00092	kN/m
En Base (Mt) :	0,00103	0,00103	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,00267	0,00267	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,00304	-0,00304	kN/m
En Base (Ma) :	0,00342	0,00342	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,021	0,021	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,021	0,021	kN/m
En Base (Mpa) :	0,021	0,021	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,03175	0,03586	kN/m
En Riñones :	0,01009	0,00564	kN/m
En Base :	0,03272	0,03683	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-0,61253	-0,66618	kN/m
En Base (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,22550	-0,21575	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,22550	-0,21575	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,10496	-0,04232	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,10496	-0,04232	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,00338	0,00338	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,03180	-0,03180	kN/m
En Base (Nt) :	-0,00338	-0,00338	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,07818	0,07818	kN/m
En Riñones (Na) :	0,02883	0,02883	kN/m
En Base (Na) :	0,19001	0,19001	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	79,41700	79,41700	kN/m
En Riñones (Npa) :	79,41700	79,41700	kN/m
En Base (Npa) :	79,41700	79,41700	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	79,16810	79,24049	kN/m
En Riñones (N) :	78,80150	78,74785	kN/m
En Base (N) :	79,27317	79,34556	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	4,89507	4,97572	N/mm^2
En Riñones (N) :	4,47097	4,38501	N/mm^2
En Base (N) :	4,91889	4,99954	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	2,86002	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	3,13131	*Cumple >2.5*	
En Base :	2,84617	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	4,22049	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	4,78904	*Cumple >2.5*	
En Base :	4,20039	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	75,73120	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	160,46776	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	51,44991	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	139,26362	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	641,87103	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	114,43518	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN ISO 1452-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Presión nominal(PN) :	12.5	bar
Diámetro nominal (DN) :	630	mm
Espesor (e) :	30	mm
Diámetro interior (di) :	570	mm
Radio medio (Rm) :	0.3	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	5.16	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.00315	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.1	m
Anchura de la zanja (B) :	1.2	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=60
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	4,32292	4,38431	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	4,32292	4,38431	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	0,89601	0,50517	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.15543552594779 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.087004687742787 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,11127	0,11285	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,11400	-0,11561	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,14668	0,14876	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,03658	-0,03597	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,03658	0,03597	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,03658	-0,03597	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,01460	-0,00823	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,01677	0,00946	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,01460	-0,00823	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,01809	0,01809	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,02085	-0,02085	kN/m
En Base (Mt) :	0,03311	0,03311	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,06183	0,06183	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,07128	-0,07128	kN/m
En Base (Ma) :	0,11340	0,11340	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,038	0,038	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,038	0,038	kN/m
En Base (Mpa) :	0,038	0,038	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,17841	0,18697	kN/m
En Riñones :	-0,11439	-0,12394	kN/m
En Base :	0,28040	0,28946	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,10375	0,10522	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-1,29688	-1,31529	kN/m
En Base (Nqvt) :	-0,10375	-0,10522	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,48770	-0,47955	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,48770	-0,47955	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,15510	-0,08744	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,15510	-0,08744	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,05479	0,05479	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,20643	-0,20643	kN/m
En Base (Nt) :	-0,05479	-0,05479	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,63720	0,63720	kN/m
En Riñones (Na) :	0,19350	0,19350	kN/m
En Base (Na) :	1,16280	1,16280	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	147,06000	147,06000	kN/m
En Riñones (Npa) :	147,06000	147,06000	kN/m
En Base (Npa) :	147,06000	147,06000	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	147,21295	147,29022	kN/m
En Riñones (N) :	145,75019	145,73178	kN/m
En Base (N) :	147,42146	147,49578	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	6,13614	6,19767	N/mm^2
En Riñones (N) :	5,59553	5,65643	N/mm^2
En Base (N) :	6,84571	6,91061	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	8,14845	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	8,93571	*Cumple >2.5*	
En Base :	7,30384	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	14,52159	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	15,91108	*Cumple >2.5*	
En Base :	13,02345	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	136,85381	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	138,88889	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	68,93192	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	193,53728	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	285,71429	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	115,38067	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN ISO 1452-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Presión nominal(PN) :	12.5	bar
Diámetro nominal (DN) :	500	mm
Espesor (e) :	23.9	mm
Diámetro interior (di) :	452.2	mm
Radio medio (Rm) :	0.23805	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

AseTUB Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	5.16	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.0025	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.1	m
Anchura de la zanja (B) :	1.2	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=60
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	4,40690	4,51049	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	4,40690	4,51049	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	0,91682	0,52379	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.15901900811813 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.090205614949168 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,07142	0,07310	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,07317	-0,07489	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,09415	0,09636	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,02296	-0,02254	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,02296	0,02254	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,02296	-0,02254	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,00940	-0,00537	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,01081	0,00617	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,00940	-0,00537	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00908	0,00908	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,01046	-0,01046	kN/m
En Base (Mt) :	0,01661	0,01661	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,03089	0,03089	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,03561	-0,03561	kN/m
En Base (Ma) :	0,05666	0,05666	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,024	0,024	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,024	0,024	kN/m
En Base (Mpa) :	0,024	0,024	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,10342	0,10955	kN/m
En Riñones :	-0,06108	-0,06785	kN/m
En Base :	0,15944	0,16611	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,08392	0,08590	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-1,04906	-1,07372	kN/m
En Base (Nqvt) :	-0,08392	-0,08590	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,38585	-0,37881	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,38585	-0,37881	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,12593	-0,07195	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,12593	-0,07195	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,03464	0,03464	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,13050	-0,13050	kN/m
En Base (Nt) :	-0,03464	-0,03464	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,40121	0,40121	kN/m
En Riñones (Na) :	0,12184	0,12184	kN/m
En Base (Na) :	0,73215	0,73215	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	116,66760	116,66760	kN/m
En Riñones (Npa) :	116,66760	116,66760	kN/m
En Base (Npa) :	116,66760	116,66760	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	116,67559	116,73859	kN/m
En Riñones (N) :	115,60988	115,58522	kN/m
En Base (N) :	116,76940	116,82846	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	6,00447	6,07365	N/mm^2
En Riñones (N) :	5,45735	5,52507	N/mm^2
En Base (N) :	6,61658	6,69139	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	8,32712	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	9,16195	*Cumple >2.5*	
En Base :	7,55678	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	14,81811	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	16,28937	*Cumple >2.5*	
En Base :	13,45013	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	135,05033	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	177,10352	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	76,62212	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	189,25034	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	364,32724	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	124,55175	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN ISO 1452-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Presión nominal(PN) :	12.5	bar
Diámetro nominal (DN) :	315	mm
Espesor (e) :	15	mm
Diámetro interior (di) :	285	mm
Radio medio (Rm) :	0.15	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	10.8	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.001575	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.6	m
Anchura de la zanja (B) :	0.9	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=60
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	5,59400	5,80298	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	5,59400	5,80298	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	1,19552	0,69866	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.20739219237464 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.12033043195856 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,03600	0,03734	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,03688	-0,03826	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,04745	0,04922	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,01122	-0,01097	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,01122	0,01097	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,01122	-0,01097	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,00487	-0,00285	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,00560	0,00327	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,00487	-0,00285	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00226	0,00226	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00261	-0,00261	kN/m
En Base (Mt) :	0,00414	0,00414	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,00773	0,00773	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,00891	-0,00891	kN/m
En Base (Ma) :	0,01418	0,01418	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,020	0,020	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,020	0,020	kN/m
En Base (Mpa) :	0,020	0,020	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,05008	0,05370	kN/m
En Riñones :	-0,01140	-0,01535	kN/m
En Base :	0,06985	0,07390	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,06713	0,06964	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-0,83910	-0,87045	kN/m
En Base (Nqvt) :	-0,06713	-0,06964	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,29927	-0,29252	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,29927	-0,29252	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,10347	-0,06047	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,10347	-0,06047	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,01370	0,01370	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,05161	-0,05161	kN/m
En Base (Nt) :	-0,01370	-0,01370	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,15930	0,15930	kN/m
En Riñones (Na) :	0,04838	0,04838	kN/m
En Base (Na) :	0,29070	0,29070	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	153,90000	153,90000	kN/m
En Riñones (Npa) :	153,90000	153,90000	kN/m
En Base (Npa) :	153,90000	153,90000	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	153,73738	153,78965	kN/m
En Riñones (N) :	153,05767	153,02632	kN/m
En Base (N) :	153,70713	153,75438	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	11,62904	11,73232	N/mm^2
En Riñones (N) :	10,49764	10,59754	N/mm^2
En Base (N) :	12,17200	12,28673	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	4,29958	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	4,76297	*Cumple >2.5*	
En Base :	4,10779	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	7,67112	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	8,49254	*Cumple >2.5*	
En Base :	7,32497	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	105,75757	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	277,77778	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	76,59555	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	146,22277	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	571,42857	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	116,42961	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN ISO 1452-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Presión nominal(PN) :	12.5	bar
Diámetro nominal (DN) :	400	mm
Espesor (e) :	19.1	mm
Diámetro interior (di) :	361.8	mm
Radio medio (Rm) :	0.19045	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	9.7	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.002	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.2	m
Anchura de la zanja (B) :	1	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=60
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	4,64913	4,77677	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	4,64913	4,77677	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	0,97515	0,56096	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.16914342219301 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.096608766108888 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,04823	0,04955	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,04941	-0,05076	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,06357	0,06532	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,01536	-0,01505	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,01536	0,01505	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,01536	-0,01505	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,00640	-0,00368	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,00736	0,00423	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,00640	-0,00368	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00464	0,00464	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00535	-0,00535	kN/m
En Base (Mt) :	0,00850	0,00850	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,01582	0,01582	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,01824	-0,01824	kN/m
En Base (Ma) :	0,02901	0,02901	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,029	0,029	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,029	0,029	kN/m
En Base (Mpa) :	0,029	0,029	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,07630	0,08065	kN/m
En Riñones :	-0,02091	-0,02570	kN/m
En Base :	0,10869	0,11347	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,07083	0,07278	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-0,88543	-0,90974	kN/m
En Base (Nqvt) :	-0,07083	-0,07278	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,32254	-0,31606	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,32254	-0,31606	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,10716	-0,06164	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,10716	-0,06164	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,02215	0,02215	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,08343	-0,08343	kN/m
En Base (Nt) :	-0,02215	-0,02215	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,25680	0,25680	kN/m
En Riñones (Na) :	0,07798	0,07798	kN/m
En Base (Na) :	0,46862	0,46862	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	175,47300	175,47300	kN/m
En Riñones (Npa) :	175,47300	175,47300	kN/m
En Base (Npa) :	175,47300	175,47300	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	175,39308	175,44702	kN/m
En Riñones (N) :	174,58212	174,55781	kN/m
En Base (N) :	175,41894	175,46900	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	10,47973	10,55652	N/mm^2
En Riñones (N) :	9,47288	9,54776	N/mm^2
En Base (N) :	11,03165	11,11541	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	4,77112	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	5,27822	*Cumple >2.5*	
En Base :	4,53241	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	8,52554	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	9,42630	*Cumple >2.5*	
En Base :	8,09687	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	127,80307	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	220,65066	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	80,92848	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	178,40628	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	453,90993	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	128,06944	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : CÁLCULO MECÁNICO
Fecha : 23-02-2023
A la atención de D./Dña. : Emma montero
Empresa / Entidad : CCRR 124 CAYC
Ciudad : ALPICAT
Teléfono/Fax : 679174993
Correo electrónico : emonteromur@gmail.com
Referencia de la obra : CÁLCULO MECÁNICO

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coeficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento a presión (Tubos según norma UNE-EN ISO 1452-2)
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja

	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Presión nominal(PN) :	12.5	bar
Diámetro nominal (DN) :	450	mm
Espesor (e) :	21.5	mm
Diámetro interior (di) :	407	mm
Radio medio (Rm) :	0.21425	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm^2
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m^3
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm^2

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades
Presión interior del agua (Pi) :	7.3	bar
Presión exterior del agua (Pe) :	0.00225	N/mm^2
Altura de la zanja (H) :	2.3	m
Anchura de la zanja (B) :	1	m
Altura nivel freático (Ha) :	0	m
Ángulo de inclinacion de la zanja (Beta) :	20	º

Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)	
Ángulo de apoyo :	2alfaD=60
Tipo de suelo :	No cohesivo

	Tubo 1
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo

Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=2 kN/m^3
Módulos de compresión del relleno :	E1=2 N/mm^2 E2= 0 N/mm^2
Módulos de compresión del terreno :	E3=0 N/mm^2 E4= 0 N/mm^2

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :			
Número de ejes de los vehiculos :	0	0	
Distancia entre ruedas (a) :			m
Distancia entre ejes (b) :			m
Sobrecarga concentrada (Pc) :			kN
Sobrecarga repartida (Pd) :			kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :			m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :			m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1= Ef2=	Ef1= Ef2=	N/mm^2

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	4,80866	4,91480	kN/m^2
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	0,00000	0,00000	kN/m^2
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m^2
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	4,80866	4,91480	kN/m^2

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	1,00056	0,57094	kN/m^2

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.17354578840911 %	*Cumple <= 5%*
Corto plazo :	dv= 0.098325588935144 %	*Cumple <= 5%*

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,06313	0,06452	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,06467	-0,06610	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,08322	0,08505	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,02033	-0,01993	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,02033	0,01993	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,02033	-0,01993	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,00831	-0,00474	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,00955	0,00545	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,00831	-0,00474	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00661	0,00661	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00762	-0,00762	kN/m
En Base (Mt) :	0,01210	0,01210	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,02252	0,02252	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,02596	-0,02596	kN/m
En Base (Ma) :	0,04131	0,04131	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,028	0,028	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,028	0,028	kN/m
En Base (Mpa) :	0,028	0,028	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,09160	0,09696	kN/m
En Riñones :	-0,04040	-0,04633	kN/m
En Base :	0,13596	0,14176	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,08242	0,08424	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-1,03026	-1,05300	kN/m
En Base (Nqvt) :	-0,08242	-0,08424	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO(NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,37959	-0,37215	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,37959	-0,37215	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,12369	-0,07058	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,12369	-0,07058	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,02804	0,02804	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,10565	-0,10565	kN/m
En Base (Nt) :	-0,02804	-0,02804	kN/m

AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de ANAIP

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,32499	0,32499	kN/m
En Riñones (Na) :	0,09869	0,09869	kN/m
En Base (Na) :	0,59307	0,59307	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	148,55500	148,55500	kN/m
En Riñones (Npa) :	148,55500	148,55500	kN/m
En Base (Npa) :	148,55500	148,55500	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	148,48718	148,54955	kN/m
En Riñones (N) :	147,51778	147,49504	kN/m
En Base (N) :	148,53432	148,59306	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	8,13508	8,20990	N/mm^2
En Riñones (N) :	7,36813	7,44144	N/mm^2
En Base (N) :	8,73233	8,81293	N/mm^2

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	6,14622	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	6,78599	*Cumple >2.5*	
En Base :	5,72585	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
En Clave :	10,96238	*Cumple >2.5*	
En Riñones :	12,09443	*Cumple >2.5*	
En Base :	10,21226	*Cumple >2.5*	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	123,67631	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	196,49361	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	75,90221	*Cumple >2.5*	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	173,55478	*Cumple >2.5*	
AlphaD:	3,00000	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	404,21542	*Cumple >2.5*	
Debido al terreno y al agua, n3:	121,42114	*Cumple >2.5*	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.