Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Proyecto red de abastecimiento de agua a Matienzo(Ruesga)

TRABAJO FIN DE GRADO

Trabajo realizado por:
Samuel Eloy Riaño Larios

Dirigido:
Ramón Collado Lara

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Julio 2020

ÍNDICE

Memoria

1. Antecedentes
2. Objeto del proyecto
3. Situación
4. Alternativas
5. Solución elegida
6. Resumen
7. Descripción de las obras
8. Plazo de ejecución
9. Clasificación del contratista
10. Revisión de precios
11. Sistema de adjudicación de las obras
12. Disponibilidad de los terrenos
13. Obra completa

Anejos

1. Geología y Geotecnia
2. Justificación de precios
3. Cálculos hidráulicos. Conducción
4. Depósito de agua
5. Dimensionamiento de la red de distribución.
6. Cálculo mecánico de tuberías
7. Programa de trabajos
8. Seguridad y salud.
9. Informe de Impacto Ambiental
10. Informes de la calidad del agua
11. Actuación en casos de avería o sequía prolongada

DOCUMENTO Nº 2.-PLANOS

1. Plano de situación
2. Planta conducción
3. Perfil conducción
4. Planta red de abastecimiento
5. Perfiles longitudinales abastecimiento
6. Secciones de zanja y obras de fábrica.
7. Depósito

DOCUMENTO Nº 3.-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº 4.-PRESUPUESTO

1. Mediciones y presupuesto
2. Cuadro de precios nº1
3. Cuadro de precios nº2
4. Resumen de presupuesto

MEMORIA

Contenido

1. Antecedentes 2

2. Objeto del proyecto 2

3. Situación 2

4. Alternativas consideradas 4

5. Solución elegida 4

6. Resumen 5

7. Descripción de las obras 5

8. Plazo de ejecución y garantía 6

9. Clasificación del contratista 6

10. Revisión de precios 6

11. Sistema de adjudicación de las obras 6

12. Disponibilidad de los terrenos 6

13. Obra completa 7

1. ANTECEDENTES

El siguiente proyecto constituye el Trabajo de Fin de Grado del alumno, D. Samuel Eloy Riaño Larios en la titulación en Grado de Ingeniería Civil en la especialización de Hidrología por la Universidad de Cantabria.

El tutor de este Trabajo es el profesor del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria, D. Ramón Collado Lara.

En el Proyecto expuesto a continuación se propone dotar de una red de abastecimiento de agua a la localidad de Matienzo, localizada en el municipio de Ruesga, para su realización, se ha supuesto una red antigua, con pérdidas e ineficiente del punto de vista hidráulico.

Para ello se tomarán los datos reales de la topografía, cartografía, geología, hidrología, población, factores sociales, factores administrativos, infraestructuras existentes y los demás datos necesarios de la localidad citada anteriormente.

Dicha población ya consta actualmente con un sistema de abastecimiento de aguas, dentro de la red Ruesga-Matienzo, que se encuentra dentro de la serie de obras hidráulicas que el ayuntamiento de Matienzo y la Dirección General de Obras Hidráulicas y Ciclo Integral del Agua vienen realizando en los diferentes núcleos del Municipio.

En este proyecto vamos a contemplar una serie de alternativas, realizando el cálculo de la alternativa que se ha considerado mas favorable. Al ser un proyecto de construcción debe de tener las siguientes partes fundamentales en las que se dividen los mismos: Memoria y Anejos, Planos, Pliego y Presupuesto.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente Proyecto tiene como objetivo primordial diseñar y calcular la red de abastecimiento de agua a la localidad de Matienzo mediante el estudio de todos los elementos constituyentes del mismo, los cuales son: captación, bombeo, conducción, depósito y red de distribución.

Una red de distribución de agua potable está formada por el conjunto de componentes que la empresa de abastecimiento utiliza para transportar de un punto o puntos de captación y tratamiento hasta el punto donde se abastece una población, con unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

Este grado de satisfacción depende de un elevado número de variables, de las cuales algunas son medibles y otras no, y entre las que podemos destacar: la calidad, el caudal, la presión, la continuidad del suministro y el precio. Estas variables al tener unos antecedentes a la red de distribución, los parámetros iniciales vienen prefijados, por lo tanto, debemos crear una red de distribución que en la medida de lo posible no produzca una gran alteración en las características de las variables, para satisfacer de manera correcta las necesidades de los usuarios.

3. SITUACIÓN

Matienzo es una pequeña localidad rodeado de montañas a 391 metros de altitud, que pertenece al municipio de Ruesga (Cantabria, España), situado a 8 kilómetros de la capital municipal (Riva) y a 46 kilómetros de Santander.

Se encuentra en el poljé de Matienzo, que es la depresión kárstica más habitada de Europa, protegido al norte por el puerto de Fuente la Varas de 450 metros de altitud y por el de Cruz de Uzano de 360 metros al sur, forma un valle con una superficie de más de un kilómetro de ancho (casi 500 metros hacia el sur) por 2 kilómetros de largo.

En esta depresión existen importantes manantiales, gracias a los cuales se forman arroyos de escaso recorrido, que desaparecen en los sumideros, debido a la importante red de conductos subterráneos que existen en la roca caliza del sustrato.

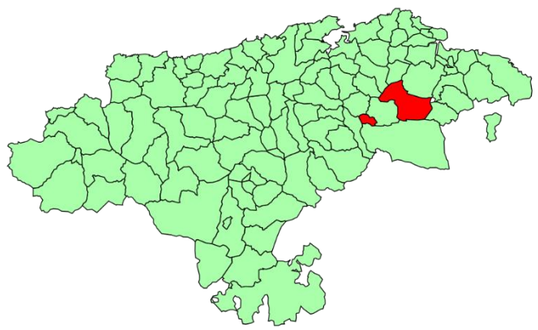


Figura: Situación del municipio de Ruesga en el marco de la Comunidad de Cantabria.

Tiene una población de 209 habitantes según los datos del año 2019 obtenidos del Instituto Cántabro de Estadística.

Evolucion de la poblacion desde 2000 hasta 2019			
Año	Hombres	Mujeres	Total
2019	112	97	209
2018	118	107	225
2017	119	108	227
2016	121	109	230
2015	130	119	249
2014	127	121	248
2013	132	123	255
2012	133	129	262
2011	136	134	270
2010	139	140	279
2009	142	137	279
2008	155	138	293
2007	153	136	289
2006	154	143	297
2005	165	148	313
2004	171	152	323
2003	174	150	324
2002	179	161	340
2001	179	167	346
2000	180	170	350

Figura: Tabla de población del 2000-2019

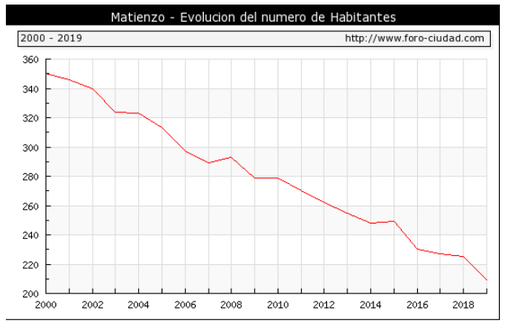


Figura: Gráfica de la población del 2000-2019

En este municipio el sector económico predominante es el sector primario con ganadería y agricultura. En este municipio encontramos criadores de ganado vacuno como la Ganadería de La Fuente de Ozana S.C.

La localidad de Matienzo pertenece a la Cuenca Hidrográfica del río Asón, la cual tiene una extensión de 562 km2 entre las comunidades autónomas de Cantabria y País Vasco, siendo un 75% de la superficie total de la cuenca, la parte perteneciente a Cantabria, alrededor de 423 km2

Figura: Localidad de Matienzo en la Cuenca del río Asón.

Matienzo presenta en buena medida las condiciones climáticas del dominio templado húmedo, que corresponde a la franja que se extiende entre la Cordillera Cantábrica y mar. Se trata de un clima oceánico, cuyo rasgo más destacado es la intensidad de las precipitaciones, con una media superior a los 1500 mm., distribuidas a lo largo del año, aunque con máximos en otoño-invierno. El segundo rasgo definitorio es la suavidad de las temperaturas, con variaciones estacionales muy limitadas -la diferencia media entre el verano y el invierno es de unos 10 grados-. Según los datos de la cercana estación de Arredondo, el cálculo de los últimos 30 años, indica que la temperatura media del valle de Matienzo sería de unos 13º para el valle y de 12º para las zonas de ladera. Se trata de valores intermedios entre los registrados para la plataforma costera, en torno a los 13 a 14º y la interior, en que la temperatura media desciende hasta los 8 a 10º.

En lo que respecta a las precipitaciones medias el área de trabajo se sitúa entre la isolínea de 1800 y la de 2000, es decir, se trata de una zona de pluviometría elevada y con importantes diferencias a lo largo del año, desde los 100 l/m2 de junio a agosto a los 240 l/m2 de diciembre. La nivalidad sólo es considerable por encima de los 1000 metros de altitud, por lo que la zona de Matienzo sólo se ve afectada parcialmente por este fenómeno, en el sector de sus montes. Los vientos soplan generalmente de los cuadrantes occidentales. Cuando el viento procede del Noroeste se le conoce como “gallego”, y viene acompañado por lluvias finas y persistentes.

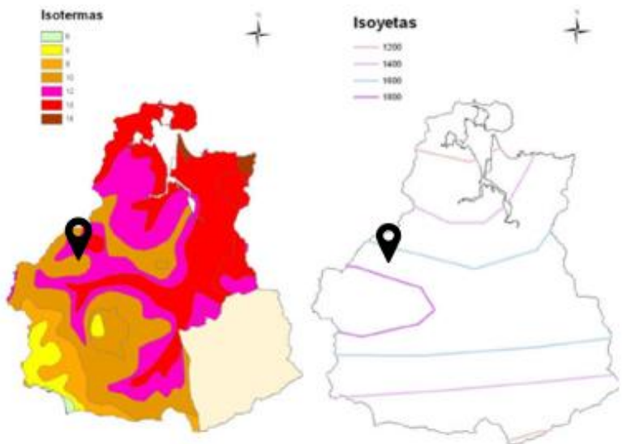


Figura : Ubicación de Matienzo en los gráficos de isoterma la izquierda e isoyetas a la derecha.

4. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Para la realización de este Trabajo se han tenido en cuenta las diferentes posibilidades valorándose tanto la posición del depósito como la del punto de captación del agua para el sistema de abastecimiento.

A continuación, se presentan las diferentes alternativas que se han estudiado:

- Alternativa 1:

  Captación del agua en el río Clarín, para su posterior bombeo al depósito alimentador, que se encontraría situado en las colinas cercanas de la zona entre el barrio del Sedo y Ozana.
  Esta alternativa se ha descartado debido a que el agua no presentaría una calidad alta.

- Alternativa 2:

  Captación del agua en la Fuente Carrales, que se encuentra en el municipio de Matienzo, para su posterior bombeo al depósito situado en las colinas cercanas de la zona entre el barrio del Sedo y Ozana.

  Esta alternativa se ha descartado ya que no se ha podido asegurar un caudal constante durante todo el año para abastecer el depósito alimentador de nuestro sistema de abastecimiento.

- Alternativa 3:

  Captación del agua en la Fuente Ramera, es una fuente que se encuentra en el barrio de la Secada, para su posterior bombeo hasta el depósito situado en las colinas cercanas de la zona entre el barrio del Sedo y Ozana.
  Esta alternativa se ha descartado debido a que el bombeo hasta el depósito resultaría demasiado caro para la magnitud de la obra a realizar.

- Alternativa 4:

  Captación del agua en la Cuevona, que es una fuente de agua natural con un alto grado de pureza y poca contaminación, la cual se encuentra en los alrededores del centro de Matienzo, en dirección al barrio de la Secada, para su posterior bombeo hasta el deposito situado en las colinas cercanas, de la zona del barrio del Sedo y Ozana.

La Cuevona cumple satisfactoriamente con todos los requisitos necesarios para abastecer de agua a la población de Matienzo

5. SOLUCIÓN ELEGIDA

La alternativa 4 se ha considerado, por las características previamente reseñadas, la mejor solución para abastecer de agua a la población de Matienzo, objetivo de este Trabajo de fin de Grado.

6. RESUMEN

A continuación se presenta un resumen de los principales datos considerados para éste proyecto. Toda la información expuesta queda correctamente detallada en los diferentes anejos:

- **Población, dotación y caudales**

  - Población de verano actual: 209habitantes
  - Ganadería estimada: 1588 cabezas (vacuno,ovino,caprino)
  - Período de proyecto: 25 años
  - Población año horizonte: 209 habitantes, ganadería se mantiene en 1588.
  - Dotaciones: 150 l/hab.d y 100 l/cab.d para vacuno,ovino y 15l/cab.d para caprino.
  - Caudal medio: 1,965 l/s

- **Conducción de la captación al depósito**

  - Cota captación 151.85 metros
  - Cota solera depósito: 355 metros
  - Cota de agua en el depósito: 339 metros
  - Coeficiente punta diario: 1,6
  - Caudal punta diario: 3,144 l/s
  - Conducción: PEAD PE-100, PN 25 atm, 140 mm diámetro exterior y 19,2 espesor
  - Conducción a presión.
  - Longitud: 3023.896 metros.
  - Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250
  - Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250, n = 3500 rpm

- **Depósito**

  - Hormigón armado
  - Cubierto
  - Rectangular (12 x 8 m.)
  - 2 cámaras (6 x 8 m.)
  - Altura lámina de agua: 4 m
  - 361 metros cúbicos

- **Red de distribución.**

  - Coeficiente punta horario: 7,1189
  - Caudal punta horario: 14,126 l/s
  - Caudal de incendios: 3 l/s
  - Tuberías: PEAD, PE-80, PN 25 y diámetros exteriores 160,140 125, 110, 90 , 75 y 63

- **Presupuesto**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	Movimiento de tierras	393,577.02	38.86
02	Conducciones Hidráulicas y Accesorios	391,118.06	38.61
03	Reposición de Firmes	144,840.64	14.30
04	Deposito de Agua	72,930.00	7.20
05	Gestión de Residuos	6,000.00	0.59
06	Seguridad y Salud	4,408.22	0.44
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**1,012,873.94**	
	13.00 % Gastos generales 131,673.61		
	6.00 % Beneficio industrial 60,772.44		
	Suma	192,446.05	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	**1,205,319.99**	
	10% IVA	120,532.00	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**1,325,851.99**	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y NUEVE CENTIMOS

, 1 de enero 2020.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.- Movimiento de tierras

ZANJAS

Volumen de excavación= Área zanja x Longitud = 1,25 m2 x 17927.275 m = 22409.094 m3
Excavación en terreno de tránsito = 0,9 x 22409.094 m3= 20168.185 m3
Excavación en roca=0,08 x 22409.094 = 1792.728 m3
Excavación manual = 0,02 x 22409.094 = 448.182 m3(en el presupuesto se incluirá dentro de excavación en terreno de tránsito).

MATERIALES DE RELLENO NECESARIOS PARA LA ZANJA

Volumen de arena = 0,29 m2 x 17927.275 m = 5198.910 m3
Volumen de material adecuado procedente de excavación o material de préstamo para relleno de zanjas= 0,5133 m2 x 17927.275 = 9202.070 m3
Volumen de Macadam para reposición de firme= 0,21 m2 x 17927.275 m = 3764.728 m3
Volumen de hormigón HM-20 para reposición de firme en zona urbana = 0,252 m2 x 16666.227 = 4199.889 m3
Volumen de zahorra artificial para reposición de firme en pista forestal y tramo depósito-nudo = 0,252 m2 x 1260.998 m = 317,771 m3
Volumen de aglomerado asfáltico para reposición de firme en zona urbana =0,07 m2 x 16666.227m = 1166.636 m3

2.- Conducciones hidráulicas y accesorios

CONDUCCIÓN CAPTACIÓN-DEPÓSITO

3023.896 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 100/ PN 25 y 140 mm de diámetro exterior, con grosor de las paredes de 19.2 mm.

RED DE DISTRIBUCIÓN

857.471 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 160 mm de diámetro exterior

165.896 ml de Tubería de Polietileno de Alta densidad PE 80 PN 25 y 140 mm de diámetro exterior

451.221 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 125 mm de diámetro exterior.

1363.152 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 110 mm de diámetro exterior

3356.559 ml de Tubería de Polietileno de Alta densidad PE 80 PN 25 y 90 mm de diámetro exterior

3422.276 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 75 mm de diámetro exterior.

5216.654 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 63 mm de diámetro exterior.

50 ud de Válvula de compuerta de asiento elástico adaptada a cada diámetro.
13 ud de reductora de presión.
1 ud de limitadora de caudal
18 ud de Ventosa.
7 ud de desagüe
6 ud de boca de riego-hidrante
37 Ud. de arqueta de 51 x 51 x 80

3.- Depósito

Partida alzada. Excavación, construcción, instalación valvulería, acabados, reposición y cercado de mismo. Incluye instalación defiltración y desinfección por hipoclorito sódico.

8. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución será de SEIS (6) meses a partir del inicio del acta de replanteo de las obras.
Para garantía de la buena ejecución de las obras se fija el plazo de UN(1) año a partir de su recepción, de acuerdo con el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

9. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Grupo: E Obras Hidráulicas

Subgrupo: 1 Abastecimientos y saneamientos.

10. REVISIÓN DE PRECIOS

Para el cumplimiento del artículo 103 del Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 2/2.000 de 16 de junio, y del artículo 104 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las AA.PP, aprobado por Real Decreto 1098/2.001 de 12 de octubre, las obras que comprenden el presente proyecto no estarán sujetas a revisión de precios, dado que el plazo de ejecución que se propone es inferior a UN (1) año.

11. SISTEMA DE ADJUDICACIÓN DE LAS OBRAS

En base a lo dispuesto en el Texto Refundido de la Ley, de Contratos del Sector Público (TRLCSP), y dadas las características del presente proyecto, se estima conveniente para su adjudicación el procedimiento abierto (art. 138 TRLCSP), de modo que todo empresario interesado pueda presentar una proposición, así como la consideración de un único criterio de valoración, el del precio más bajo, de Contratos del Sector Público.

12. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS

No corresponde en este proyecto expropiación alguna de terrenos, por discurrir las obras bajo viales públicos.

13. OBRA COMPLETA

Las obras comprendidas en el proyecto, constituyen una obra completa, ya que esta puede y debe ser entregada totalmente terminada sin fraccionamiento alguno de acuerdo con el art. 86 de Texto Refundido de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público (B.O.E. del 16 de Noviembre de 2011) y los arts. 125 y 127.2 del RGLCAP.

ANEJOS

ANEJO Nº1 – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Contenido

1. Estudio geológico y geotécnico 2

2. Mapa geológico 2

1. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Desde el punto de vista geológico, en un contexto general, Cantabria se sitúa en el reborde septentrional de la Placa Ibérica o Macizo Hespérico (antiguo Zócalo ibérico), lo que ha supuesto que el territorio que hoy la constituye haya conocido desde el inicio del Paleozoico etapas de gran actividad orogénica y otras de relativa tranquilidad, lo que le ha hecho permanecer alternativamente sumergido o emergido. El primer caso ha permitido la acumulación de sedimentos de origen marino (calizas principalmente) mientras que el segundo ha coincidido con etapas de desmantelamiento erosivo de la superficie que han determinado los principales rasgos del relieve de cada momento y permitido la acumulación de sedimentos de origen continental (esencialmente terrígenos) en las áreas litorales.

En la zona de Matienzo perteneciente al Cretácico inferior en fase weáldica, formado por terrenos donde abundan las arcillas, margas y areniscas. Los tramos arcillosos rojizos son muy plásticos, siendo las areniscas deleznables. El drenaje es deficiente, presentándose asientos importantes. Existen en esta zona sedimentos arcillosos (arcillas rojas o '' terrafusca'', que cubren las grandes depresiones cársticas tipo poljé. Estos suelos constituidos por arcillas limosas y arenosas rellenan las cavidades tipo poljé, que aparecen en Matienzo tallados sobre niveles calizos. Los materiales de relleno, varían frecuentemente su textura y contienen incluso grava y bolos. En cuanto a su estructura reposan en marcada discordancia sobre niveles calizos arrecifales (en general). Su potencia es muy irregular, variando de acuerdo con los arrasamientos del zócalo.

Al realizarse la deposición de estos materiales les de forma errática por la conjunción de suelos eluviales, las propiedades mecánicas varían mucho de una zona a otra.

Los niveles arcillosos son más o menos plásticos y compresivos y por consiguiente los asientos varían de un punto a otro. Son inestables los taludes al variar la cohesión y ángulo de rozamiento interno. Por tratarse de rellenos de cubetas, el problema de drenaje es importante. Los materiales que componen el grupo son ripiables en general.

Por todo ello y a efectos de excavación se puede considerar:

Excavación en tierra-tránsito: 90%

Excavación en roca: 8%

Excavación a mano: 2%

El suelo no presenta agresividad que pueda afectar a los materiales de la conducción y red de distribución.

En la página siguiente se muestra el mapa geológico de la zona objeto del presente proyecto.

No se considera necesario la realización de un estudio geotécnico dadas las características de las obras.

2. MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOLÓGICO

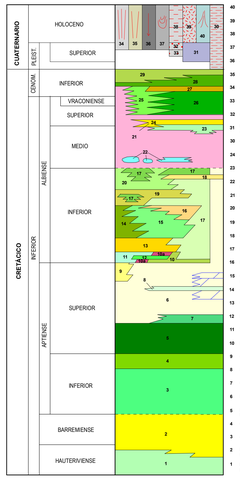
Escala 1:25.000

Instituto Geológico y Minero de España

GOBIERNO de CANTABRIA

ARREDONDO | 59-II / 38-9

LEYENDA



- 40 Arenas, gravas y limos (cono de deyección)
- 39 Arenas, arcillas, limos y gravas (aluvio-coluvial)
- 38 Arcillas, arenas y gravas (llanura de inundación)
- 37 Arcillas, limos, arenas, gravas y bloques (flujo)
- 36 Arenas y gravas (derrubio)
- 35 Gravas, bolos y arenas (canchal)
- 34 Arcillas, limos, arenas y gravas (coluvión)
- 33 Gravas, arenas, arcillas y limos (terraza)
- 32 Gravas, arenas, arcillas y limos (terraza)
- 31 Bloques, bolos, gravas y arenas (acumulación de origen glaciar indiferenciada, till y morrenas)
- 30 Arcillas, arenas y gravas (depósitos de descalcificación y depósitos mixtos)
- 24 Arenisca en capas delgadas con «ripples» tufita oscura, nódulos ferruginosos y restos vegetales. Fm Valmaseda
- 23 Caliza margosa, niveles con corales
- 22 Caliza bioclástica con orbitolinas y rudistoideas, bancos con estratificación cruzada. Caliza de Machorras
- 21 Margocaliza, marga con orbitolinas, caliza rojiza con corales y suelos endurecidos, arenisca
- 20 Caliza con orbitolinas
- 19 Cuarzo-arenita y tufita. Arenisca de Colorado
- 18 Cuarzo-arenita y caliza margosa
- 17 Caliza margosa, niveles de arenisca
- 16 Margocalizas y marga
- 15 Caliza masiva con rudistas. Caliza de Hornijo. Cuarzo-arenita con estratificación cruzada.
- 14 Caliza bioclástica y marga. Unidad de Portacoeline
- 13 Caliza margosa con corales y rudistas
- 12 Caliza masiva con rudistas
- 11 Caliza arenosa y arenisca
- 10 Caliza rojiza con corales y suelos endurecidos
- 9 Arenisca calcárea y caliza arenosa. Fm de Arenisca de Río Miera
- 8 Caliza margosa y marga
- 7 Caliza bioclástica. Fm de Caliza de Reocín
- 6 Caliza masiva con rudistas. Fm de Caliza de Reocín
- 5 Marga laminada oscura, margocaliza y arenisca. Fm Cucha
- 4 Caliza micrítica con rudistas y orbitolinas. Fm San Esteban
- 3 Arenisca y tufita gris con ripples en capas delgadas. Fm Eretza
- 2 Tufita roja y arenisca en palaeosuelos. Fm Vega de Pas, facies Weald
- 1 Tufita gris y negra con gasterópodos y arenisca en palaeosuelos. Mb Viviparus, facies Weald

SIGNOS CONVENCIONALES

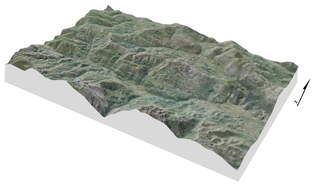
- Contacto concordante
- Contacto discordante
- Falla
- Falla supuesta
- Falla con indicación del bloque hundido
- Falla con indicación de hundimiento supuesta
- Anticlinal
- Sinclinal
- 10 Dirección y cantidad de buzamiento de la estratificación

ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO

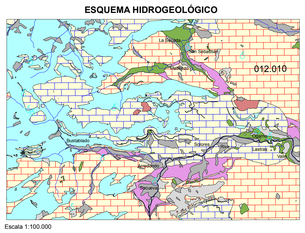
Unidad hidrogeológica | 012.010 Unidad de Aliva-Ramales

- Límite de unidad hidrogeológica
- Divisoria de cuenca hidrográfica secundaria
- Manantial

DIAGRAMA TRIDIMENSIONAL



ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO



Escala 1:100.000

CUATERNARIO
- Permeabilidad alta por porosidad intergranular
- Permeabilidad media-alta por porosidad intergranular
- Permeabilidad baja por porosidad intergranular

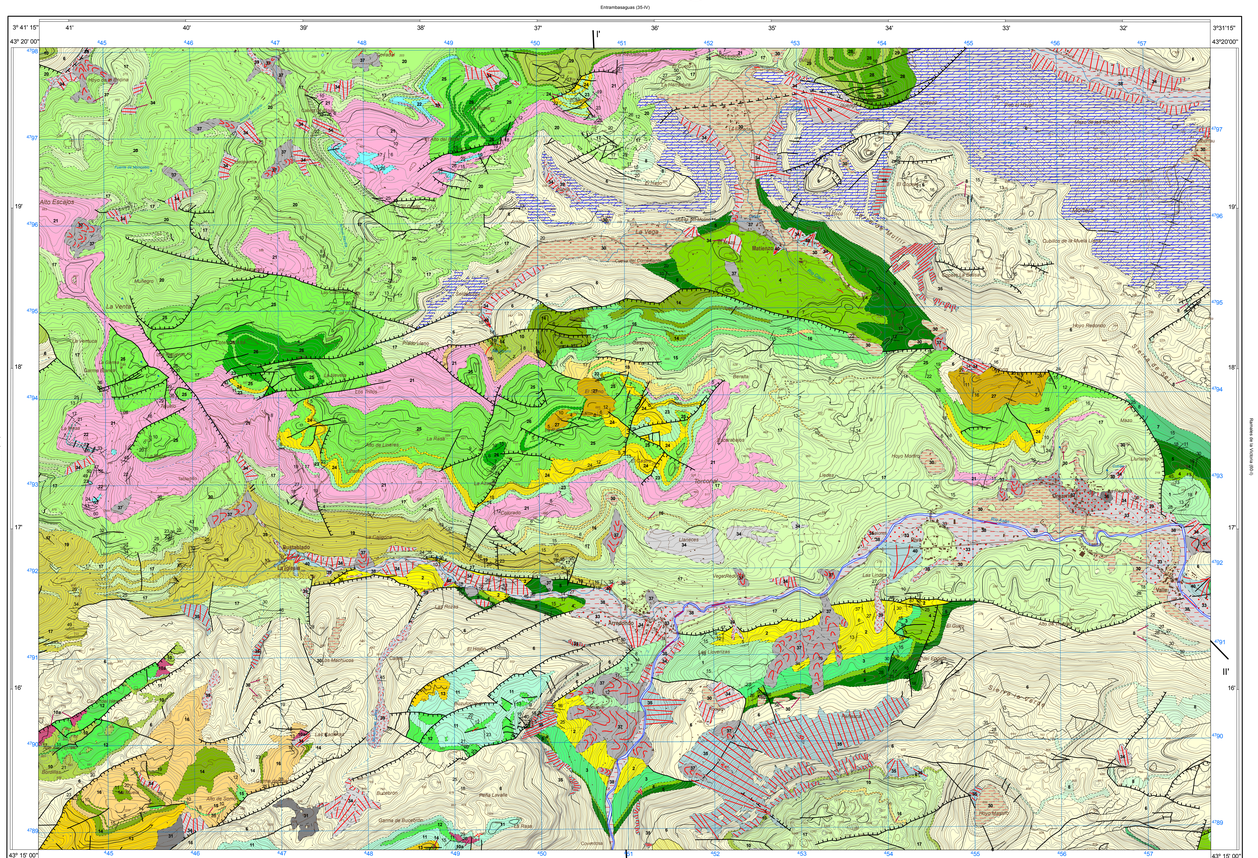
Albense superior
- Permeabilidad media por porosidad intergranular

Albense
- Permeabilidad alta por karstificación

Aptense
- Permeabilidad alta por karstificación

Hauteriviense-Aptense
- Permeabilidad baja por porosidad intergranular

Permeabilidad media por porosidad intergranular y karstificación


Entrambasaguas (35-IV)
Vegaulla (59-IV)
Barros (38-I)
Ogarrio (59-I)
I
I'
II
II'
3° 4'1" 15"
43° 20' 00"
43° 15' 00"
3°3'1"15"
Alto Escapa
Mulagro
La Verde
Cabeza Lastra
Los Hoyos
Las Rozas
Arredondo
Ramales de la Victoria
Cubillos de la Muela
Muro Redondo
Muro Martino
Muro Blanco
Lavandera
Las Llanas
Las Lindas
Los Corros
Los Llanos
Llanos
Llanos de Arredondo
Llanos de Ruesmero
Llanos de Ruesmero
Llanos de Ruesmero

ANEJO Nº2 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Contenido

1. Introducción 2
2. Bases de Precios 2
3. Costes indirectos 2
4. Costes directos 3
4.1. Costes mano de obra 3
4.2. Coste de maquinaria 3
4.3. Materiales 3

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de lo establecido en el Artículo 123.1 del RDL 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, se redacta el presente anejo en el que se justifica el importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios.Este

Anejo de Justificación de Precios carece de carácter contractual

2. BASES DE PRECIOS

Para la obtención de los precios unitarios se ha seguido lo prescrito en el Artículo 130 del Reglamento General de de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/01, de 12 de Octubre.

Artículo 130. Cálculo de los precios de las distintas unidades de obra

- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.
- Se considerarán costes directos:
    - La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
    - Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
    - Los gastos de personal, combustible, energía, etc. Que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
    - Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.
- Se considerarán costes indirectos:
    - Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.
- En aquellos casos en que oscilaciones de los precios imprevistas y ulteriores a la aprobación de los proyectos resten actualidad a los cálculos de precios que figuran en sus presupuestos podrán los órganos de contratación, si la obra merece el calificativo de urgente, proceder a su actualización aplicando un porcentaje lineal de aumento, al objeto de ajustar los expresados precios a los vigentes en el mercado al tiempo de la licitación.
- Los órganos de contratación dictarán las instrucciones complementarias de aplicación al cálculo de los precios unitarios en los distintos proyectos elaborados por sus servicios.

3. COSTES INDIRECTOS

De acuerdo con lo establecido en el reglamento anterior, el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra, se basa en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución aplicando la fórmula:

$$Pn = (1+k/100).Cn$$

- Pn: Precio de ejecución material de la unidad correspondiente.
- Cn: Coste directo de la unidad, en euros
- K: Porcentaje correspondiente a los “Costes Indirectos”

El valor k se obtiene como suma de k1 y k2 siendo k1 el porcentaje correspondiente a imprevistos (1% por tratarse de obra terrestre) y k2 el porcentaje resultante de la relación entre costes indirectos y directos = Ci/Cd x 100.

De acuerdo con la orden de 12 de Junio de 1968 tomamos para "K" el valor del 6%.

4. COSTES DIRECTOS

4.1. COSTES MANO DE OBRA

Los costes horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa, que intervienen en los equipos de personal que ejecutan las unidades de obra, se ha evaluado de acuerdo con los salarios base del Convenio Sindical Colectivo vigente.

La fórmula que dispone la última de las Ordenes MM. Para el cálculo de los costes horarios es:

C=1,40A+B.

- C: En euros/hora, el coste diario del personal
- A: En euros/hora, es la retribución total del trabajador que tiene carácter salarial exclusivamente
- B: En euros/hora, es la retribución total del trabajador de carácter no salarial, por tratarse de indemnización de los gastos que han de realizar como consecuencia de la actividad laboral, gastos de transporte, plus de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc.

4.2. COSTE DE MAQUINARIA

Para la deducción de los diferentes costes de la maquinaria y usos se han seguido los criterios del Manual de Costes de Maquinaria elaborado por SEOPAN y ATEMCOP de Mayo del 89, que tiene como documento base el Método de cálculo para la obtención del Coste de Maquinaria de Obras de Carreteras publicado por la Dirección General del Ministerio de Obras Públicas a finales de 1976, en el que se exponen los criterios adoptados para el cálculo de los costes, así como la estructura de los mismos.

La estructura del coste horario de cada maquinaria está formada por los cuatro sumandos siguientes:

- **Amortización, conservación y seguros.**

  Este apartado corresponde al valor Chm de la publicación del SEOPAN y es el coste de la hora media de funcionamiento.

- **Energía y engrases**

  Los consumos horarios de energía que necesita cada máquina en operación, se han tomado también de la publicación del SEOPAN.

  Máquinas con motores eléctricos: Se ha estimado 1 KW para cada CV. Los costes de engrases se han estimado para cada máquina de acuerdo con sus características.

- **Personal**

  Para el coste de personal, se han tomado los valores hallados en el Cuadro de Costes Horarios del Personal.

- **Varios**

  Las partidas de varios que valora los elementos de desgaste de cada máquina, se han estimado siguiendo las indicaciones de la publicación del SEOPAN anteriormente citada.

4.3. MATERIALES

En virtud de la O.M. de 14 de Marzo de 1969 (M.O.P.U.) se expresa el precio de los materiales a pie de obra, por tratarse de materiales cuyo suministro a pie de obra responde a precios de uso y conocimiento de la zona en la que se hallan las obras.

ANEJO Nº3 – CÁLCULOS HIDRAÚLICOS.CONDUCCIÓN

Contenido

1. Cálculos hidrúlicos previos 2
1.1. Población 2
1.2. Dotación 3
1.3. Caudales 3
2. Conducción captación – arqueta 5
3. Conducción arqueta - depósito 10

1. CÁLCULOS HIDRÚLICOS PREVIOS

1.1. POBLACIÓN

En nuestro proyecto de un sistema de abastecimiento es fundamental definir la población y su evolución en el tiempo, además de establecer la dotación de agua a la que se va a dar servicio. Hay que tener en consideración, que los proyectos de construcción de estas características deben realizarse con un plazo horizonte de veinticinco años, habiendo la posibilidad de realizarlo por fases, pero no es el caso que nos ocupa.

Por ello el primer análisis que se realiza para este proyecto de abastecimiento es el número de habitantes a los que hay que abastecer, por lo que se estudia la variación de la población de Matienzo, para ello se ha obtenido la información del Instituto Cántabro de Estadística (ICANE), en donde se han obtenido los datos reales de población de los últimos años.

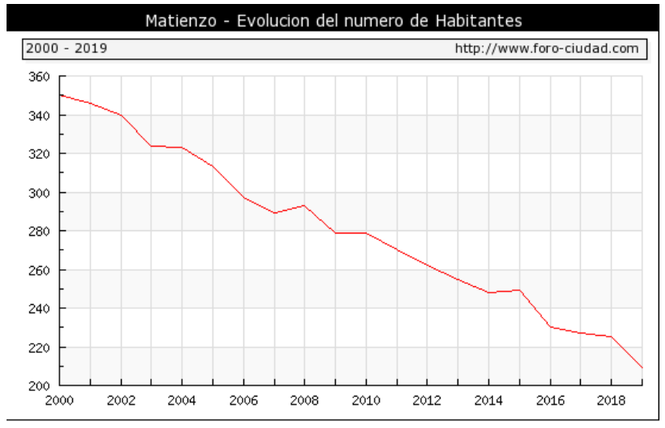


Gráfico: Evolución de la población en la localidad del 2000 al 2019.

Con estos datos, calculamos la tasa de crecimiento mediante el Método Geométrico Específico, para ello cogemos los datos representativos del 2009 y 2019 que son 279 y 209 habitantes, respectivamente.

$$P_f = P_o \times (1+r)^n$$

- P_f = Población futura
- P_o= Población actual
- r = tasa de crecimiento
- n = periodo de proyecto

Con los datos utilizados obtenemos una tasa de crecimiento negativa, r = - 0,0285, algo bastante común en localidades como Matienzo, por lo que la población del año horizonte será menor que la de actual, así que, el dimensionamiento se realizará con la población actual de 209 habitantes.

Para obtener el número de cabezas de ganado hemos utilizado una proporción con el número de habitantes. Se ha realizado mediante los datos obtenidos del Instituto Cántabro de Estadística (ICANE), pero debido a que los últimos datos registrados pertenecen al año 2017, hemos realizado el proceso dos veces, ya que al no tener las cabezas de ganado del municipio de Ruesga en el 2019, hemos tenido que obtener las cabezas de ganado de Matienzo con la población del 2017 (227 habitantes), y después volver a realizar una proporción y obtener las cabezas de ganado de 2019.

Por lo tanto, los datos de la población de Matienzo son:

- 209 habitantes
- 1089 cabezas de ganado vacuno
- 267 cabezas de ganado ovino
- 232 cabezas de ganado caprino
- Periodo del proyecto 25 años

1.2. DOTACIÓN

DOTACIONES	
Núcleos de población con un número de habitantes	**Dotación litros/habitante.día**
Menor de 1000	150
Entre 1000 y 6000	175
Entre 6000 y 12000	200
Entre 12000 y 50000	250
Entre 50000 y 250000	300
Mayor de 250000	400

Tabla: Dotaciones según el tamaño de población. Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones. M.P.O.U 1976

DOTACIONES	
Núcleos de población con un número de habitantes	Dotación litros/habitante.día
Menor de 1000	150
Entre 1000 y 6000	175
Entre 6000 y 12000	200
Entre 12000 y 50000	250
Entre 50000 y 250000	300
Mayor de 250000	400

Tabla : Dotaciones según tamaño de población. Aurelio Hernández Muñoz. Abastecimiento y distribución de agua.

Sistema de Abastecimiento	Dotación media estimada población	Dotación recomendada (1)
Plan Deva	444	290
Plan Valdáliga	341	290
Plan Ruiloba	330	290
Plan Alfoz de Lloredo	441	290
Sist. Medio Saja	500	260
Plan Santillana	306	260
Plan Pas	272	260
Plan Esles	315	290
Sist. Cabarga Norte	327	260
Plan Miera	303	290
Plan Aguanaz	283	260
Plan Noja	267	290
Plan Asón	565	260
Sist. Agüera	477	290
Plan Castro Urdiales	252	260
Plan Herrerías	292	290

Sistema de Abastecimiento	Dotación media estimada población	Dotación recomendada (1)
Plan Sierra Hermosa	138	290
Plan Alto de la Cruz	307	290
Plan Camaleño	448	290
Plan Vega de Liébana	193	290
Plan Liébana	229	260
Plan Reinosa	244	260
Total planes hidráulicos	***331***	***278***
Sistema Santander	278	270
Sistema Torrelavega	238	270
Total grandes municipios	***268***	***270***
Resto de municipios	***300***	***290***
Total Cantabria	***300***	***280***

Tabla: Dotaciones recomendadas en el Plan Hidrológico del Cantábrico Occidental.

Teniendo en cuenta las tres fuentes, se ha optado por escoger una dotación de 150 litros/habitante.día, ya que era la que mas se ajustaba a nuestra situación. Para el ganado vacuno, se establece una dotación 120 litros/cabeza.día y 15 litros/cabeza.día para el ovino y caprino.

A la hora de calcular la dotación futura, como la dotación futura (2019), es la misma que la actual (2009), por lo que la tasa de crecimiento (r) es igual a cero. Debido a esto la dotación futura será:

$$D_f = D_o \times (1+r)^n$$

- D_f = Dotación futura
- D_o= Dotación actual
- r = tasa de crecimiento
- n = periodo de proyecto (25 años)

La dotación futura en el año horizonte será de 150 litros/habitante.día

1.3. CAUDALES

El caudal medio:

$Qmed_1$(l/día) = Población (hab) x dotación (l/hab.d) + ∑ Ganadería (cab) x dotación (l/cab.día)

$Qmed_1$ = 209x150 + 1089x120 + 267x15 + 232x15 = 169515 litros/día = 1,841 litros/seg.

= 6,628 m^3/hora

Otra manera de calcular el caudal medio es suprimiendo el sumatorio de las cabezas de ganado por población equivalente, obteniendo los siguientes resultados:

<u>Población equivalente</u>

- cabezas de vacuno = $\frac{1089\ x\ 120}{150}$ = 871,2 = 872 personas
- cabezas de ovino = $\frac{267\ x\ 15}{150}$ = 26,7 = 27 personas
- cabezas de caprino = $\frac{232\ x\ 15}{150}$ = 23,2 = 24 personas

Con estos datos se obtiene una población total de 1132 personas, por lo que el caudal medio será:

$Qmed_2$ = 1132 x 150 = 169800 litros/día = 1,965 litros/ segundo = 7,074 m3/ hora

El coeficiente punta diario (CPD) = Consumo máximo diario/ Consumo medio diario y oscila entre valores de 1,2-1,8. Para poblaciones pequeñas tomaremos un valor elevado, debido a la mayor oscilación del consumo. Se tomará un valor de 1,6.

Por lo tanto, el caudal máximo diario:

Qmaxd = Qmed x CPD

$Qmaxd_1$ = 1,962 litros/segundos x 1,6 = 3,139 litros/segundo

$Qmaxd_2$ = 1,965 litros/segundo x 1,6 = 3,144 litros/segundo

Para calcular el coeficiente punta horario (CPH), utilizamos la fórmula dada por Giff, citado por Munskgand y Young (1980):

$$CPH_1 = \frac{5}{P^{1/6}} = \frac{5}{0{,}209^{1/6}} = 6{,}491$$

$$CPH_2 = \frac{5}{P^{1/6}} = \frac{5}{0{,}1132^{1/6}} = 7{,}1889$$

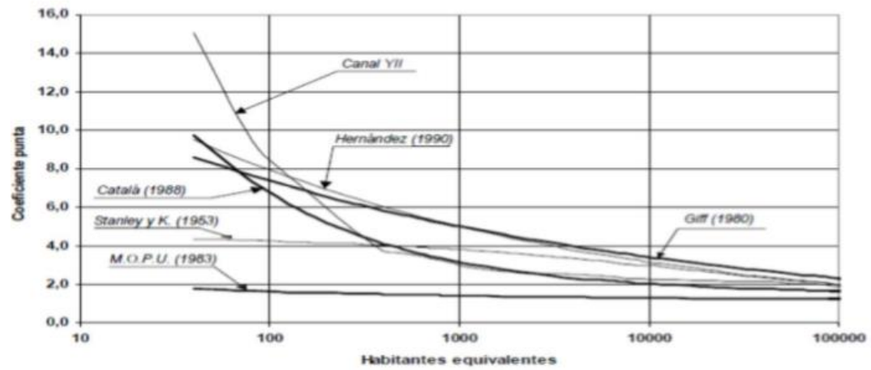
- En la ecuación p, es el número de habitantes equivalentes, en miles de habitantes.

  Con el coeficiente punta horario calculado, se obtiene el caudal máximo horario mediante la fórmula dada por Giff, citado por Munskgand y Young (1980):

$$Qmaxh_1 = \frac{5}{P^{1/6}} \text{ X Qmedio} = \frac{5}{0.209^{1/6}} \text{ X } 1{,}962 = 12{,}743 \text{ litros/seg.}$$

$$Qmaxh_2 = \frac{5}{P^{1/6}} \text{ X Qmedio} = \frac{5}{0.1132^{1/6}} \text{ X } 1{,}965 = 14{,}126 \text{ litros/seg.}$$

Para realizar nuestro proyecto vamos a optar por escoger un valor del coeficiente punta horario de 7,1189 y un caudal máximo horario de 14,126 litros/segundo, debido a que de esta manera nos ponemos del lado de la seguridad escogiendo el caudal máximo horario mayor entre las dos opciones.



2. CONDUCCIÓN CAPTACIÓN – ARQUETA

Se plantea el uso de una única bomba (más otra de iguales características de reserva), que trabajará 6 horas diarias, preferentemente las nocturnas (dado el menor coste de la energía), de esta manera se bombearán durante todo el día: (Qmaxd = 3,144 litros/segundo = 271,642 m^3/día).

$$\frac{271{,}642\ \mathrm{m3/día}}{6.75\ h\ (1día)} = 40{,}243\ \mathrm{m^3/hora}$$

Por lo tanto:

$$\mathrm{Q} = \frac{40{,}243\ \mathrm{m3/hora}}{3600\ segundos/hora}\ \mathrm{X}\ 1000\ \mathrm{l/m^3} = 11{,}179\ \text{litros/segundo}$$

A partir de estos datos de caudal y tomando como referencia una velocidad de 1 m/s (0.6 m/s < V < 2 m/s.), se realiza una primera aproximación a la tubería obteniendo:

$$\frac{\pi\emptyset^2}{4}\ \mathrm{X}\ 1\ \text{metro/segundo} = 0{,}011179\ \mathrm{m^3/}\ \text{segundo}$$

$$\emptyset = 119{,}310\ \mathrm{mm}$$

Vamos a realizar los cálculos con los diámetros siguientes:

- $\emptyset_1 = 125\ \mathrm{mm}$
- $\emptyset_2 = 140\ \mathrm{mm}$

Considerando este diámetro como el definitivo, se calcula la pérdida de carga y la altura manométrica mediante la expresión de Hacen-Williams:

$$V = 0{,}8494 \times C \times (Rh)^{0{,}63} \times I^{\,0{,}54}$$

$$\frac{0{,}011179\ \mathrm{m3/s}}{\frac{\pi\ \mathrm{x}\ 0{,}125^2}{4}} = 0{,}8494\ \mathrm{x}\ 150\ \mathrm{x}\ \left(\frac{0{,}125}{4}\right)^{0{,}63}\ \mathrm{x}\ \mathrm{I}^{\,0{,}54}$$

$$I_1 = 6{,}060\mathrm{x}\ 10^{-3}$$

$$I_2 = 3{,}489\ \mathrm{x}\ 10^{-3}$$

$$\Delta H_1 = I \times L = 6{,}060\mathrm{x}\ 10^{-3}\ \mathrm{x}\ 2430{,}799$$

$$\Delta H_2 = I \times L = 3{,}489\ \mathrm{x}\ 10^{-3}\ \mathrm{x}\ 2430{,}799$$

$$\Delta H_1 = 14{,}731\ \mathrm{m}$$

$$\Delta H_2 = 8{,}481\ \mathrm{m}$$

$$Hm = Hg + \Delta H$$

$$Hm_1 = (245\text{-}151{,}85) + 14{,}731 = 107{,}881\ m$$

$$Hm_2 = (245\text{-}151{,}85) + 8{,}481 = 101.631\ m$$

Caso 1 - Con esto obtenemos unas pérdidas de carga en la conducción de 14,731 metros. A partir de los 93,15 metros de altura geométrica se obtiene una altura manométrica de bombeo de aproximadamente 107,881 metros.

Caso 2 - Con esto obtenemos unas pérdidas de carga en la conducción de 8,481 metros. A partir de los 93,15 metros de altura geométrica se obtiene una altura manométrica de bombeo de aproximadamente 101,631 metros.

Q= Caudal (m3/s)

K= Coeficiente de rugosidad 150 (tubería de polietileno)

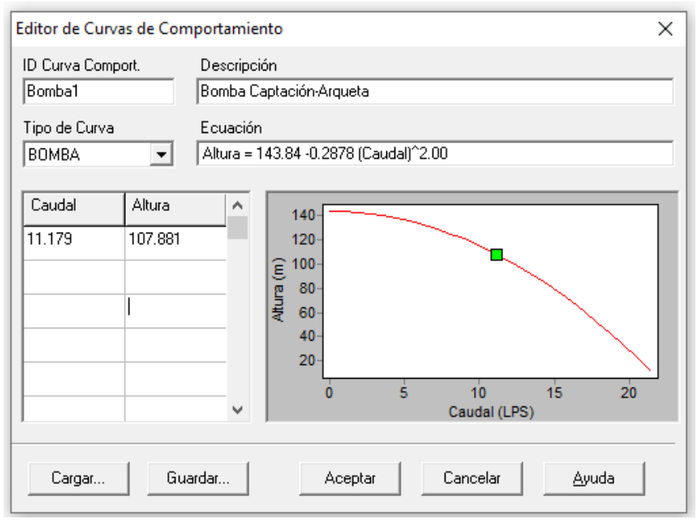
I= Línea piezométrica (‰)

ΔH= Pérdida de carga o de energía (m)

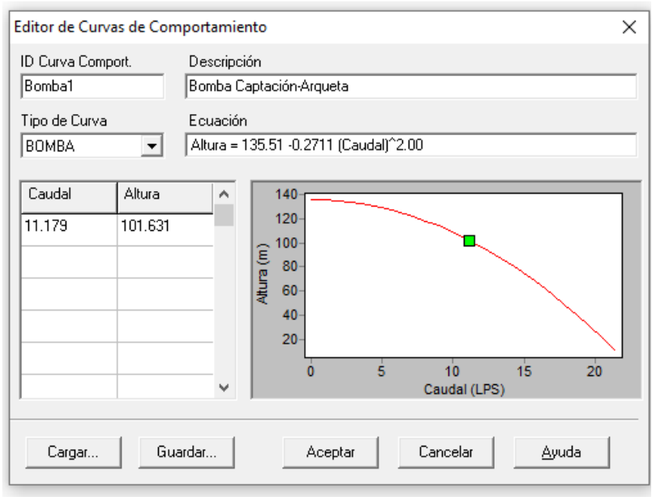
L= Longitud tubería

Hm= Altura manométrica

Caso 1- Datos que introduciremos en el programa Epanet para definir la curva característica de la bomba: la altura manométrica 107,881 m y el caudal 11,179 l/s.



Caso 2 - Datos que introduciremos en el programa Epanet para definir la curva característica de la bomba: la altura manométrica 101,631 m y el caudal 11,179 l/s



A partir de los datos obtenidos, se determina la curva característica. Entrando en la gráfica con los valores de la altura manométrica y del caudal bombeado se determina la bomba adecuada:

Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250

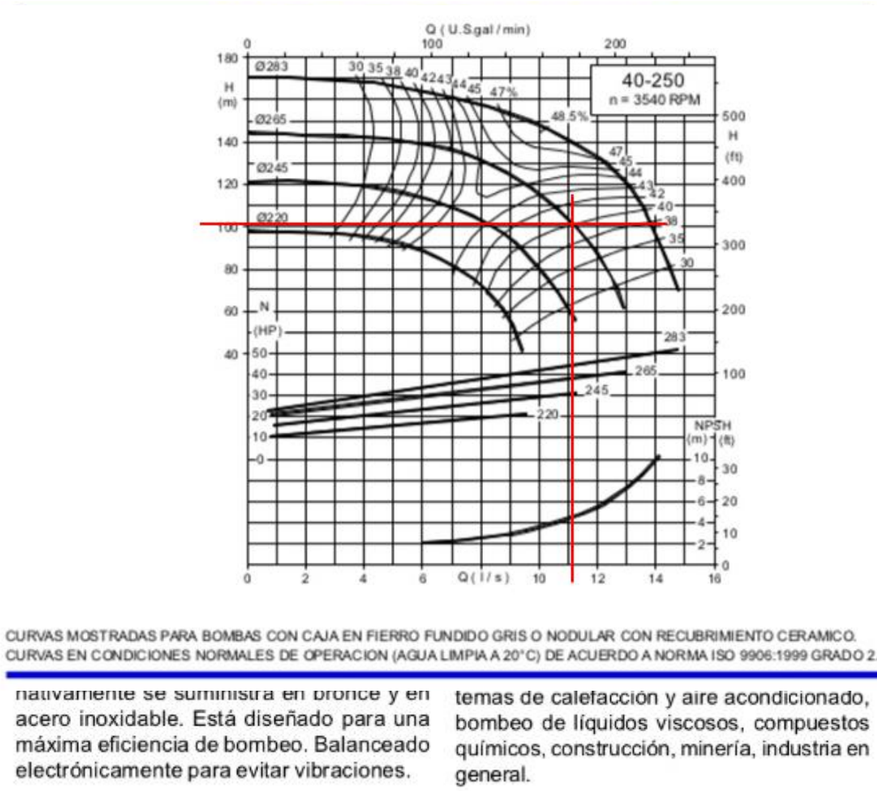


Gráfico: Clasificación de las bombas a partir de la altura manométrica y del caudal bobeado (Caso 2)

La **Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250** tiene las siguientes características:

La tubería será de Polietileno de alta densidad PE 100 y su coeficiente de rugosidad es de C= 150 para la fórmula de Hazen-Williams. La longitud de la conducción es de 2430,799 metros.

Para establecer la presión nominal, es decir, el timbraje de la tubería, se introducen a continuación algunos conceptos importantes.

Presiones hidráulicas que solicitan a la tubería dadas por la "Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión"(CEDEX 2003):

- Presión estática
- Presión de diseño (DP)
- Presión máxima de diseño (MDP)
- Presión de prueba de la red (STP)
- Presión de funcionamiento (OP)
- Presión de servicio (SP)

La presión máxima de diseño (MDP) es para la que realmente se diseña la red. Es la presión máxima que puede alcanzarse incluyendo el golpe de ariete. En ella se centrarán los cálculos que siguen para obtener el timbraje de la tubería de la conducción.

La presión estática es la diferencia de cotas entre captación y arqueta y es igual a 93,15 metros.

El golpe de ariete:

Celeridad de la onda a = $$\frac{9900}{\sqrt{48{,}3+k\ x\ \frac{D}{e}}}$$

Caso 1 - Donde K=111,11 para tuberías de polietileno de alta densidad, "D" es el diámetro 0,125 metros y "e" es el espesor 0,0171 metros.

Se obtiene un valor de la celeridad de 337,488 m/s.

Caso 2 - Donde K=111,11 para tuberías de polietileno de alta densidad, "D" es el diámetro 0,140 metros y "e" es el espesor 0,0192 metros.

Se obtiene un valor de la celeridad de 337,887 m/s.

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m²)	K
Palastros de hierro y acero	$2{\cdot}10^{10}$	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	$2{\cdot}10^{9}$	5
Fibrocemento	$1.85{\cdot}10^{9}$	5.5 (5-6)
PVC	$3{\cdot}10^{8}$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2{\cdot}10^{7}$	500
PE alta densidad	$9{\cdot}10^{7}$	111.11

El tiempo de cierre de válvulas es controlable en el caso de válvulas. En el caso de un bombeo se utilizaría la fórmula del tiempo de parada (T).

Se utiliza la fórmula de Allievi para un tiempo de cierre de válvulas rápido.

$$\Delta H = \frac{a\ x\ v}{g}$$

La velocidad la calcularemos con la fórmula de Q = A x V, con la que obtenemos una velocidad de :

$$0{,}011179\ m3/s = \pi\ x\ (\frac{0{,}125^2}{4})\ x\ V$$

V_1 =0,911 m/s

V_2 =0,726 m/s

Por lo tanto el ΔH será igual a :

$$\Delta H = \frac{(337{,}488)\frac{m}{s}\ x\ (\ 0{,}911)\frac{m}{s}}{9{,}81\frac{m}{s^2}}$$

ΔH_1 = 35,06 m

ΔH_2 = 27,97 m

Caso 1 - La presión de trabajo será por tanto: 93,15 + 35,06 = 128,21 metros.

Caso 2 - La presión de trabajo será por tanto: 93,15 + 27,97 = 121,12 metros.

Caso 1 - A la vista de los resultados, la máxima presión a la que estaría sometida la tubería sería a 128,21 metros de columna de agua.

Caso 2 - A la vista de los resultados, la máxima presión a la que estaría sometida la tubería sería a 121,12 metros de columna de agua.

Por otro lado, se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = c + \frac{k\ x\ L\ x\ v}{g\ x\ H_m}$$

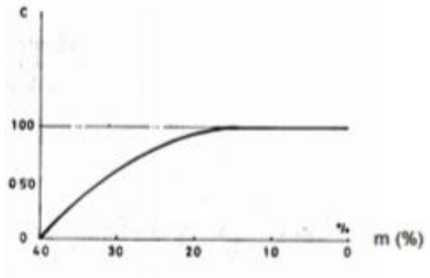
Siendo:

- L: Longitud de la conducción (m) = 2430,799
- v: Velocidad de régimen del agua (m/s) = 1
- g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2
- Hm_1: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo (m)= 107,881 m
- Hm_2: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo (m)= 101.631 m
- C y K: Coeficientes de ajuste empíricos= C=1, K=2

Los resultados obtenidos para los dos casos siguientes serán:

-T_1= 5,594

-T_2= 5,876



$$\frac{Hm}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$
$$\frac{Hm}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$
$$\frac{Hm}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

Valores del coeficiente C según Mendiluce

$$T < \frac{2 \cdot L}{a}: \textit{Cierre rápido}$$
$$T > \frac{2 \cdot L}{a}: \textit{Cierre lento}$$

Gráfico : Valores del coeficiente C según Mendiluce

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica o de la tabla siguientes, propuestas por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.

Puesto que L es la longitud de la tubería y la celeridad a es la velocidad de propagación de la onda de presión.

$$T' = \frac{2\,x\,L}{a}$$

será el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa.

En el caso que nos ocupa, corresponderá:

-Caso 1 – Cierre rápido (T_1'= 14,405)

-Caso 2 – Cierre rápido (T_2' = 14,388)

El timbraje de la tubería se fija en 25 atm (250 mca). Acorde al catálogo proporcionado por los diferentes fabricantes.

En resumen, la tubería de conducción será de Polietileno de alta densidad(PEAD). PE 100. PN 25. Diámetro exterior 140 mm. Espesor 19,2 mm (Caso 2)

TUBERÍAS PARA AGUA POTABLE

Ø ext. (mm)	PE-40 Espesores (mm)			PE-80 Espesores (mm)		PE-100 Espesores (mm)			
	P.N.4	P.N.6	P.N.10	P.N.10	P.N.16	P.N.6	P.N.10	P.N.16	P.N.25
20	-	2,0	3,0	-	2,3	-	-	-	-
25	-	2,3	3,5	2,0	3,0	-	-	-	-
32	2,0	3,0	4,4	2,4	3,6	-	2,0	3,0	4,4
40	2,4	3,7	5,5	3,0	4,5	-	2,4	3,7	5,5
50	3,0	4,6	6,9	3,7	5,6	-	3,0	4,6	6,9
63	3,8	5,8	8,6	4,7	7,1	-	3,8	5,8	8,6
75	4,5	6,8	10,3	5,6	8,4	-	4,5	6,8	10,3
90	5,4	8,2	12,3	6,7	10,1	-	5,4	8,2	12,3
110	-	-	-	-	-	4,2	6,6	10,0	15,1
125	-	-	-	-	-	4,8	7,4	11,4	17,1
140	-	-	-	-	-	5,4	8,3	12,7	19,2
160	-	-	-	-	-	6,2	9,5	14,6	21,9
180	-	-	-	-	-	6,9	10,7	16,4	-
200	-	-	-	-	-	7,7	11,9	18,2	-
250	-	-	-	-	-	9,6	14,8	22,7	-

Fabricadas según **NORMA UNE-EN 12201**

Tabla 3: Catálogo de tuberías de polietileno proporcionado por un fabricante

3. CONDUCCIÓN ARQUETA - DEPÓSITO

Se plantea el uso de una única bomba (más otra de iguales características de reserva), que trabajará 6 horas diarias, preferentemente las nocturnas (dado el menor coste de la energía), de esta manera se bombearán durante todo el día: (Qmaxd = 3,144 litros/segundo = 271,642 m3/día).

$$\frac{271{,}642\ \mathrm{m3/día}}{6.75\ h\ (1día)} = 40{,}243\ \mathrm{m3/hora}$$

Por lo tanto:

$$\mathrm{Q} = \frac{40{,}243\ \mathrm{m3/hora}}{3600\ segundos/hora}\ \mathrm{X}\ 1000\ \mathrm{l/m3} = 11{,}179\ \mathrm{litros/segundo}$$

A partir de estos datos de caudal y tomando como referencia una velocidad de 1 m/s (0.6 m/s < V < 2 m/s.), se realiza una primera aproximación a la tubería obteniendo:

$$\frac{\pi\phi^2}{4}\ \mathrm{x}\ 1\ \mathrm{metro/segundo} = 0{,}011179\ \mathrm{m3/\ segundo}$$

$$\emptyset = 119{,}310\ \mathrm{mm}$$

Vamos a realizar los cálculos con los diámetros siguientes:

- $\emptyset_1 = 125\ \mathrm{mm}$
- $\emptyset_2 = 140\ \mathrm{mm}$

Considerando este diámetro como el definitivo, se calcula la pérdida de carga y la altura manométrica mediante la expresión de Hacen-Williams:

$$V = 0{,}8494 \times C \times (Rh)^{0{,}63} \times I^{\,0{,}54}$$

$$\frac{0{,}011179\ \mathrm{m3/s}}{\frac{\pi\ \mathrm{x}\ 0{,}125^2}{4}} = 0{,}8494\ \mathrm{x}\ 150\ \mathrm{x}\ \left(\frac{0{,}125}{4}\right)^{0{,}63}\ \mathrm{x}\ \mathrm{I}^{\,0{,}54}$$

$$I_1 = 6{,}060\ \mathrm{x}\ 10^{-3}$$

$$I_2 = 3{,}489\ \mathrm{x}\ 10^{-3}$$

$$\Delta H_1 = I \times L = 6{,}060\ \mathrm{x}\ 10^{-3}\ \mathrm{x}\ 593{,}097$$

$$\Delta H_2 = I \times L = 3{,}489\ \mathrm{x}\ 10^{-3}\ \mathrm{x}\ 593{,}097$$

$$\Delta H_1 = 3{,}59\ \mathrm{m}$$

$$\Delta H_2 = 2{,}069\ \mathrm{m}$$

$$Hm = Hg + \Delta H$$

$$Hm_1 = (339\text{-}245) + 3{,}59 = 97{,}59\ m$$

$$Hm_2 = (339\text{-}245) + 2{,}069 = 96{,}07\ m$$

Caso 1 - Con esto obtenemos unas pérdidas de carga en la conducción de 3,59 metros. A partir de los 94,0 metros de altura geométrica se obtiene una altura manométrica de bombeo de aproximadamente 97,59 metros.

Caso 2 - Con esto obtenemos unas pérdidas de carga en la conducción de 2,069 metros. A partir de los 94,0 metros de altura geométrica se obtiene una altura manométrica de bombeo de aproximadamente 96,07 metros.

Q= Caudal (m3/s)

K= Coeficiente de rugosidad - 150 (tubería de polietileno)

I= Línea piezométrica (‰)

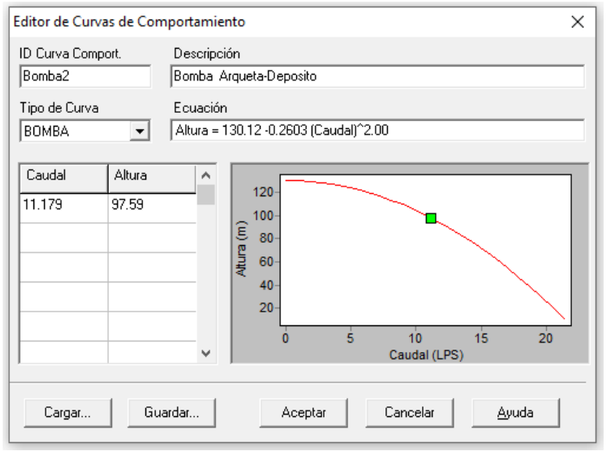
ΔH= Pérdida de carga o de energía (m)

L= Longitud tubería

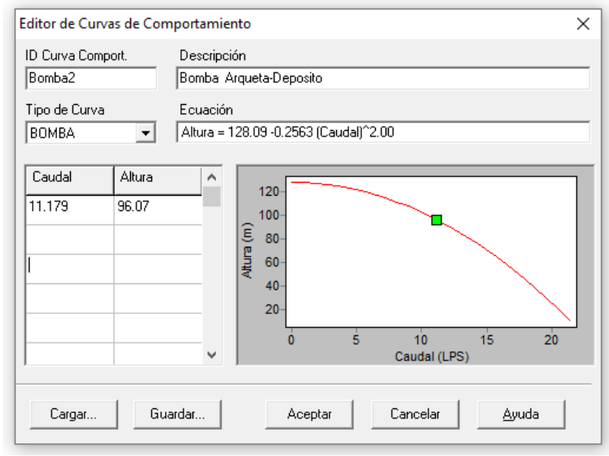
Hm= Altura manométrica

A partir de los datos obtenidos, se determina la curva característica. Entrando en la gráfica con los valores de la altura manométrica y del caudal bombeado se determina la bomba adecuada:

Caso 1 -Datos que introduciremos en el programa Epanet para definir la curva característica de la bomba: la altura manométrica 97,59 m y el caudal 11,179 l/s.



Caso 2 - Datos que introduciremos en el programa Epanet para definir la curva característica de la bomba: la altura manométrica 96,07 m y el caudal 11,179 l/s



Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250, n = 3500 rpm

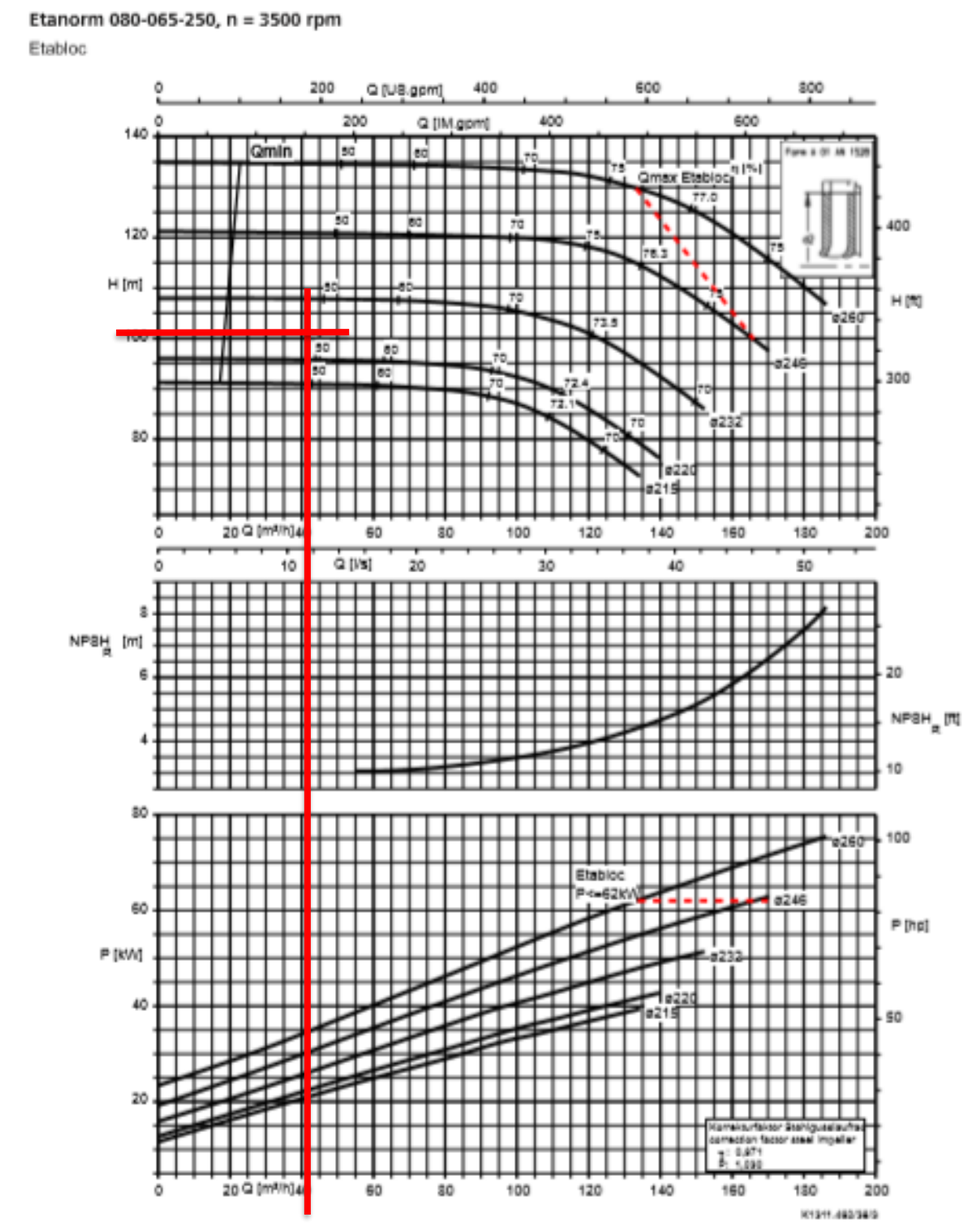


Gráfico: Clasificación de las bombas a partir de la altura manométrica y del caudal bobeado

La **Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250, n = 3500 rpm** tiene las siguientes características:**Descripción**

- Bomba monobloc de voluta, monoetapa, con rendimiento según EN 733, casquillo de eje y anillos de desgaste de la carcasa recambiables y sistema de regulación de velocidad integrado sobre el motor. Con KSB SuPremE, un motor síncrono de reluctancia sin imanes con clase de eficiencia IE4/IE5 según IEC TS 60034-30-2:2016, para su uso con sistema de regulación de velocidad de los modelos PumpDrive 2 o PumpDrive 2 ECO de KSB sin sensores de posición del rotor. Los puntos de montaje del motor son conformes con EN 50347. Las dimensiones de la superficie envolvente son conformes con DIN V 42673 (07-2011). Disponible en versión ATEX.

Aplicaciones

- Bombeo de fluidos puros o agresivos que no producen daños químicos ni mecánicos en los materiales de la bomba, instalaciones de abastecimiento de agua, circuitos de refrigeración, tecnología para piscinas, sistemas de extinción de incendios, sistemas de riego, instalaciones de drenaje, sistemas de calefacción, instalaciones de climatización, sistemas de riego por aspersión.

La tubería será de Polietileno de alta densidad PE 100 y su coeficiente de rugosidad es de C= 150 para la fórmula de Hazen-Williams. La longitud de la conducción es de 593,097 metros.

Para establecer la presión nominal, es decir, el timbraje de la tubería, se introducen a continuación algunos conceptos importantes.

Presiones hidráulicas que solicitan a la tubería dadas por la "Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión"(CEDEX 2003):

- Presión estática
- Presión de diseño (DP)
- Presión máxima de diseño (MDP)
- Presión de prueba de la red (STP)
- Presión de funcionamiento (OP)
- Presión de servicio (SP)

La presión máxima de diseño (MDP) es para la que realmente se diseña la red. Es la presión máxima que puede alcanzarse incluyendo el golpe de ariete. En ella se centrarán los cálculos que siguen para obtener el timbraje de la tubería de la conducción.

La presión estática es la diferencia de cotas entre la arqueta y el deposito es igual a 94,00 metros.

El golpe de ariete:

Celeridad de la onda a = $$\frac{9900}{\sqrt{48{,}3+k\ x\ \frac{D}{e}}}$$

Caso 1 - Donde K=111,11 para tuberías de polietileno de alta densidad, "D" es el diámetro 0,125 metros y "e" es el espesor 0,0171 metros.

Se obtiene un valor de la celeridad de 337,488 m/s.

Caso 2 - Donde K=111,11 para tuberías de polietileno de alta densidad, "D" es el diámetro 0,140 metros y "e" es el espesor 0,0192 metros.

Se obtiene un valor de la celeridad de 337,887 m/s.

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m²)	K
Palastros de hierro y acero	$2{\cdot}10^{10}$	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	$2{\cdot}10^{9}$	5
Fibrocemento	$1.85{\cdot}10^{9}$	5.5 (5-6)
PVC	$3{\cdot}10^{8}$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2{\cdot}10^{7}$	500
PE alta densidad	$9{\cdot}10^{7}$	111.11

El tiempo de cierre de válvulas es controlable en el caso de válvulas. En el caso de un bombeo se utilizaría la fórmula del tiempo de parada (T).

Se utiliza la fórmula de Allievi para un tiempo de cierre de válvulas rápido.

$$\Delta H = \frac{a\ x\ v}{g}$$

La velocidad la calcularemos con la fórmula de Q = A x V, con la que obtenemos una velocidad de :

$$0{,}011179\ m3/s = \pi\ x\ \left(\frac{0{,}125^2}{4}\right)\ x\ V$$

V_1 =0,911 m/s

V_2 =0,726 m/s

Por lo tanto el ΔH será igual a :

$$\Delta H = \frac{(337{,}488)\ \frac{m}{s}\ x\ (0{,}911)\ \frac{m}{s}}{9{,}81\ \frac{m}{s^2}}$$

ΔH_1 = 35,06 m

ΔH_2 = 27,97 m

Caso 1 - La presión de trabajo será por tanto: 94 + 35,06 = 129,06 metros.

Caso 2 - La presión de trabajo será por tanto: 94 + 27,97 = 121,97 metros.

Caso 1 - A la vista de los resultados, la máxima presión a la que estaría sometida la tubería sería a 129,06 metros de columna de agua.

Caso 2 - A la vista de los resultados, la máxima presión a la que estaría sometida la tubería sería a 121,97 metros de columna de agua.

Por otro lado, se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = c + \frac{k\ x\ L\ x\ v}{g\ x\ H_m}$$

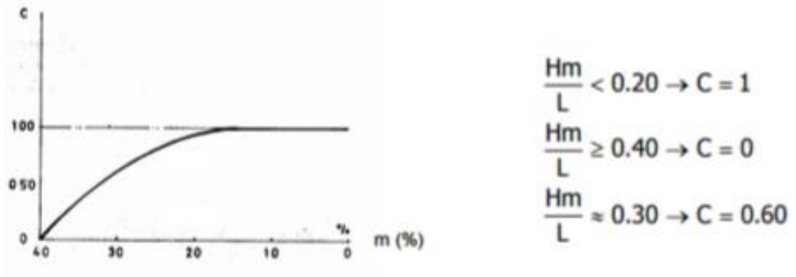
Siendo:

- L: Longitud de la conducción (m) = 593,097
- v: Velocidad de régimen del agua (m/s) = 1
- g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2
- Hm_1: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo (m)= 97,59 m
- Hm_2: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo (m)= 96,07 m
- C y K: Coeficientes de ajuste empíricos= C=1, K=2

Los resultados obtenidos para los dos casos siguientes serán:

-T_1= 2,239

-T_2= 2,259



Valores del coeficiente C según Mendiluce

$T < \frac{2 \cdot L}{a}$: *Cierre rápido*

$T > \frac{2 \cdot L}{a}$: *Cierre lento*

Gráfico : Valores del coeficiente C según Mendiluce

El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica o de la tabla siguientes, propuestas por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.

Puesto que L es la longitud de la tubería y la celeridad a es la velocidad de propagación de la onda de presión.

$$T' = \frac{2\ x\ L}{a}$$

será el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa.

En el caso que nos ocupa, corresponderá:

-Caso 1 – Cierre rápido (T_1'= 3,515)

-Caso 2 – Cierre rápido (T_2' = 3,511)

El timbraje de la tubería se fija en 25 atm (250 mca). Acorde al catálogo proporcionado por los diferentes fabricantes.

En resumen, la tubería de conducción será de Polietileno de alta densidad(PEAD). PE 100. PN 25. Diámetro exterior 140 mm. Espesor 19,2 mm. (Caso 2)

TUBERÍAS PARA AGUA POTABLE

Ø ext. (mm)	PE-40 Espesores (mm)			PE-80 Espesores (mm)		PE-100 Espesores (mm)			
	P.N.4	P.N.6	P.N.10	P.N.10	P.N.16	P.N.6	P.N.10	P.N.16	P.N.25
20	-	2,0	3,0	-	2,3	-	-	-	-
25	-	2,3	3,5	2,0	3,0	-	-	-	-
32	2,0	3,0	4,4	2,4	3,6	-	2,0	3,0	4,4
40	2,4	3,7	5,5	3,0	4,5	-	2,4	3,7	5,5
50	3,0	4,6	6,9	3,7	5,6	-	3,0	4,6	6,9
63	3,8	5,8	8,6	4,7	7,1	-	3,8	5,8	8,6
75	4,5	6,8	10,3	5,6	8,4	-	4,5	6,8	10,3
90	5,4	8,2	12,3	6,7	10,1	-	5,4	8,2	12,3
110	-	-	-	-	-	4,2	6,6	10,0	15,1
125	-	-	-	-	-	4,8	7,4	11,4	17,1
140	-	-	-	-	-	5,4	8,3	12,7	19,2
160	-	-	-	-	-	6,2	9,5	14,6	21,9
180	-	-	-	-	-	6,9	10,7	16,4	-
200	-	-	-	-	-	7,7	11,9	18,2	-
250	-	-	-	-	-	9,6	14,8	22,7	-

Fabricadas según **NORMA UNE-EN 12201**

Tabla 3: Catálogo de tuberías de polietileno proporcionado por un fabricante

ANEJO Nº4 – DEPOSITO

Contenido

1. Dimensionamiento 2
1.1. Volumen de regulación 2
1.2. Características técnicas 3

1. DIMENSIONAMIENTO

En abastecimiento de agua, se entiende por depósito la estructura apta para contener un cierto volumen de agua, con las instalaciones complementarias precisas para cumplir funciones de regulación de caudales, de carga o ambas, y de seguridad del servicio.

El depósito de regulación de caudal sirve para compensar en un tiempo determinado los caudales de aportaciones y consumos.

Como elemento de seguridad del abastecimiento, el depósito debe integrar volúmenes de reserva ante emergencias, tales como las averías en la aportación, o emergencias de consumo como son los incendios.

Las aguas contenidas en el depósito, a través de la red de distribución, van directamente al consumo. En consecuencia, debe el depósito garantizarla inalterabilidad de la calidad de las aguas, evitando variación de temperatura, desarrollo de algas, contaminación exterior, etc.

La capacidad normal de un depósito es la necesaria para hacer frente, dentro de unos márgenes aceptables, a las siguientes condiciones:

- ser mayor a la capacidad mínima o de regulación
- atender a las necesidades de la población en el caso de reparaciones
- averías que exijan el corte de la conducción o proporcionar un suplemento extraordinario de agua en caso de incendio

1.1. VOLUMEN DE REGULACIÓN

Recurriendo a la "Guía técnica sobre depósitos para abastecimiento de agua potable" del CEDEX, se recomienda que el volumen del depósito sea igual al consumo de 24 horas en grandes poblaciones y 48 horas en el caso de poblaciones pequeñas, y nunca menor de 12 horas.

Por lo tanto el volumen de regulación será: (Qmaxd = 7,074 m^3/h)

$$Vregulacion = 48\ h \times 7{,}074\ m^3 / h = 339{,}552\ m^3$$

3.- Volumen de incendios

Por último, debe establecerse el volumen para cumplir la tercera misión de los depósitos, la de la reserva de agua para los incendios. Para estos fines debe preverse en el fondo del depósito, bajo la toma de agua para el abastecimiento normal de la población, una capacidad suficiente para estos caudales de reserva de incendios.

El caudal de incendios mínimo que deben suministrar los hidrantes es de 3 l/s. La duración del incendio se considera que dura 2 horas.

El volumen de incendios vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$Vincendios = 2\ h \times 10.8\ m^3 / h = 21.6\ m^3$$

El volumen del depósito será de 361.152 metros cúbicos, sin redondear aún las medidas.

Tal como se aconseja en las guías técnicas se dividirá en dos cámaras separadas por un tabique para facilitar las labores de limpieza.

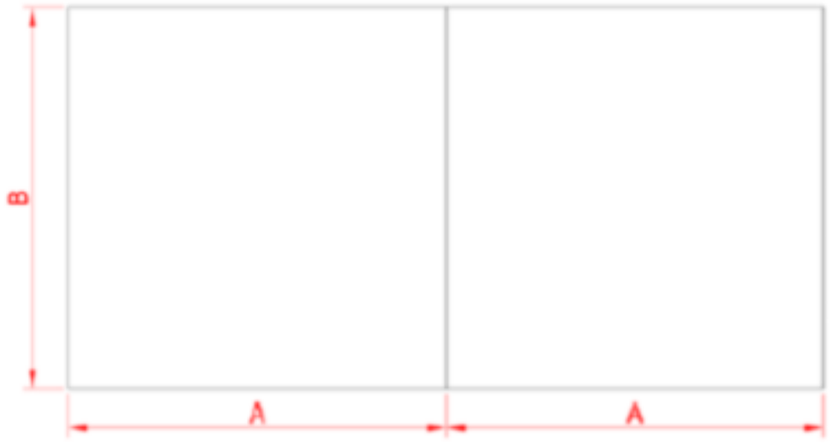


Figura: Forma más económica de un depósito de agua

La forma más económica de este tipo de depósitos resulta cuando:

$$B = \frac{4}{3}\ x\ A;$$

Volumen de una cámara = $\frac{4}{3}\ x\ A^2\ x\ 4$; A = 5,819 metros; B = 7,758 metros

El depósito será, por tanto, rectangular con una base 12 (6 x 2) metros de largo y 8 metros de ancho (cada cámara será de 6 x 8), la altura de la lámina de agua será de 4 metros y habrá un espacio de 0,60 metros entre la parte inferior de la cubierta y el agua. Ambas cámaras estarán separadas por un murete.

La capacidad útil del depósito una vez modificadas las medidas será de:

V= 12 x 8 x 4 = 384 m3

1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El depósito se proyecta semienterrado de hormigón armado: 2 metros de altura de tierras. Anexo al depósito se dispondrá la cámara de llaves, en la que se incluirá un sistema de cloración por hipoclorito sódico y una filtración a presión cerrada.

1.- Cimentación: se proyecta mediante losa de cimentación de 60 cm de espesor. La cota de la solera se sitúa a 335metros y la altura de la lámina de agua a 339 metros.

El espesor de los muros se puede aproximar por la fórmula dada por Jiménez Montoya et al (1987):

Espesor= 0,10 x Hw= 0,10 x 4 metros= 0,4 metros

El espesor de la solera será de 0,6 metros, con pendiente del 1% hacia la zona de toma y desagüe.

2.- Cubierta: se proyecta con una pendiente del 2% a un agua, correctamente impermeabilizada y tapada con tierra.

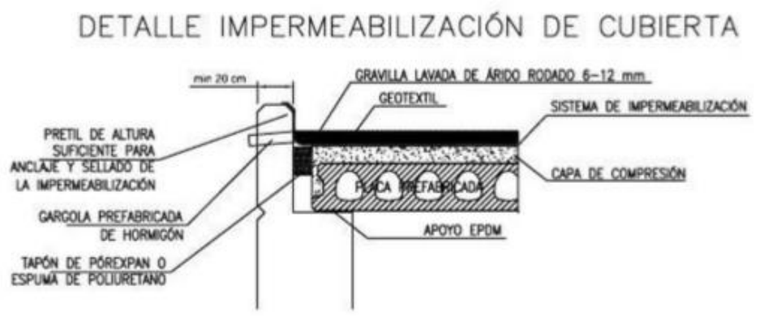


Figura 15: Detalle impermeabilización de la cubierta

La entrada y salida del agua así como el desagüe se han proyectado de manera independiente de forma que en caso de limpieza de una de las cámaras, la otra pueda seguir funcionando correctamente.

La entrada del agua al depósito se esquematiza en la figura 15 y en los planos:

La entrada y salida del agua así como el desagüe se han proyectado de manera independiente de forma que en caso de limpieza de una de las cámaras, la otra pueda seguir funcionando correctamente.

La entrada del agua al depósito se esquematiza en la figura 15 y en los planos:

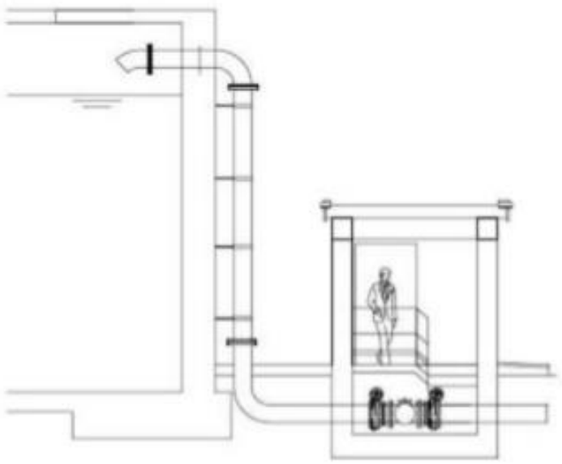


Figura : Detalle entrada agua y cámara de llaves

Figura 16: Detalle entrada agua y cámara de llaves

3.- Entrada: se realiza por la parte trasera del depósito, y la salida y desagüe por la delantera, de manera que se facilite la circulación del agua y se evite el estancamiento.

4.- Salida: se realizará preferiblemente mediante un pozo realizado en la solera del depósito, de la que partirá la tubería de salida horizontal, con ligera pendiente aguas abajo. La longitud de la tubería será la menor posible. Sobre el pozo se dispondrá una rejilla de acero inoxidable desmontable y sin sujeción alguna, para evitar caídas en el interior y la introducción de objetos extraños.

5.- Desagüe: se situará en otro orificio practicado en la solera. Las válvulas se mantendrán cerradas en régimen normal de explotación. También se dispondrá de un rebosadero en el murete intermedio, cuya capacidad será igual o mayor al caudal máximo de llegada. Dicho rebosadero podrá evacuar el agua directamente al exterior y conducirlo por una canaleta hasta su confluencia con el desagüe. No dispondrá de válvulas de accionamiento. Además de todo lo indicado anteriormente se dispondrá una válvula de nivel (flotador) que cierre la admisión de agua cuando el depósito esté lleno y que impida el retorno del agua.

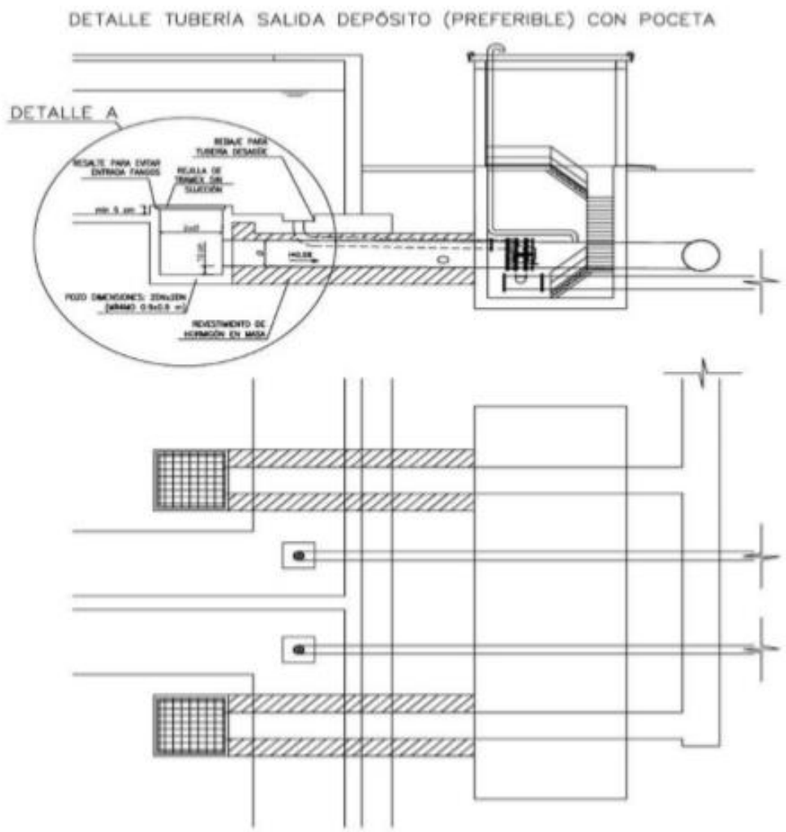


Figura: Planta y esquema de la salida del agua y desagüe

6.- Rebosadero: situado en el murete intermedio, consiste en una abertura conjunta para ambas cámaras (Ver plano del depósito). Para calcular dicha abertura, se puede recurrir a la siguiente fórmula en un primer tanteo:

$$Qmd = 1{,}9 \times L \times h^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

$Q_{bombeo} = 11{,}609 \times 10^{-3}\ m^3/s$

L= la longitud del vertedero

h = la altura de la lámina de agua o carga de agua sobre la cresta del vertedero, que se fijará en 3 centímetros sobre la cresta.

Introduciendo estos datos, obtenemos un valor de aproximadamente 1,20 metros de longitud del vertedero.

7.- Ventilación: se dispondrán unas ventanas con rejillas de lamas y malla mosquitera para evitar la entrada de insectos al depósito.

8.- Impermeabilización: del depósito se consigue mediante las propias paredes y la solera, no siendo generalmente necesaria la aplicación de un tratamiento con pintura epoxi o bituminosa.

Se dispondrá además una red de drenaje bajo el depósito en la dirección del desagüe.

En la cámara de llaves anexa al depósito se dispondrá de toda la valvulería necesaria para la apertura y cierre de las tuberías.

La valvulería estándar será la siguiente:

- Válvula de corte en la salida para cada una de las dos cámaras de forma aislada
- Válvula de corte en el desagüe de cada una de las dos cámaras de forma aislada.
- Válvula de corte de seguridad en el colector de salida de desagües
- Tubería de aducción de aire, tras la válvula de corte de la salida de la cámara (caso de salida por gravedad)

Las tuberías de desagüe y salida se encuentran en arquetas, la de abastecimiento al depósito no. Ver croquis del depósito en el documento nº2.

9.- Filtración

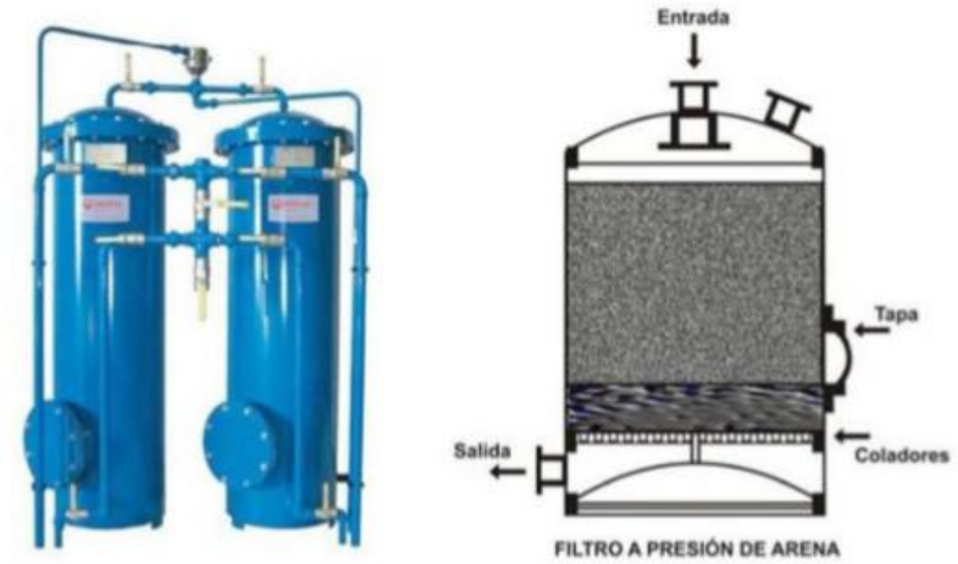


Figura 18: Esquema de un filtro cerrado a presión

El filtro ha de ser capaz de filtrar el caudal punta diario de 5,9634 m3/h. La altura del filtro viene fijada, lo que se necesita calcular es la superficie filtrante, es decir, el diámetro del filtro. Para ello se supone una velocidad de filtración de 20 m/h.

$S = \frac{Q(\frac{m^3}{h})}{V(\frac{m}{h})} = \frac{11{,}318\,\frac{m^3}{h}}{20\,\frac{m}{h}} = 0{,}57\ m^2$

Entonces el diámetro del filtro necesario será por tanto de:

$0{,}57\ m^2 = \frac{\pi\ x\ D^2}{4}$ → Diámetro = 0.85 metros

10.- Desinfección: aplicación al agua de entrada al depósito de una dosis de 5 mg/L de hipoclorito sódico en una solución de trabajo de 150 gramos de cloro por litro de agua. La bomba dosificadora se calcula a continuación:

$5\,\frac{g}{m^3}$ Cl x $11{,}318\,\frac{m^3}{h} = 56{,}59\ \frac{g}{h}$ Cl para el caudal punta diario

La bomba dosificadora deber ser capaz de dar: $\frac{56{,}7\ g\frac{Cl}{h}}{150\frac{g}{l}} = 0.378$ l/h

Por tanto se colocará una bomba de 5 l/h que trabajará a menos del 10% de su capacidad debido a los pequeños caudales.

ANEJO Nº5 – DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Contenido

1. Introducción 2

1.1. Dimensionamiento para caudal punta horario 3

1.2. Dimensionamiento para consumo cero 11

1.3. Consumo punta y ambos hidrantes funcionando 14

1.4. Funcionamiento para caudal medio 24

2. Caraterísticas finales de la red 32

1. INTRODUCCIÓN

Los caudales estimados previamente son los siguientes:

- Qmedio: 1,965 L/s
- Coeficiente punta horario: 7,1189
- Qmaxh: 14,126 L/s
- Caudal de incendios: 3 L/s

La red de abastecimiento hay que dimensionarla para la hipótesis de consumo punta y comprobarla para las hipótesis de consumo cero e incendio. La comprobación se limitará a los valores de las presiones ya que hay que asumir que las velocidades van a ser excesivamente bajas debido a que los caudales también lo son.

Las hipótesis de consumo para los nudos serán los siguientes:

1. Consumo punta
2. Consumo cero
3. Consumo punta con dos hidrantes funcionando
4. Funcionamiento de la red a caudal medio y tiempo de permanencia

Se analizará cada hipótesis por separado, cuidando de que las presiones no bajen por debajo de los 15 m.c.a., y que tampoco excedan los 60 m.c.a. No debe bajar, además, de los 10 m.c.a. en situación de incendio.

También se analizará el tiempo de permanencia medio del agua en la red en consumo medio.

Para el cálculo de la red de abastecimiento de agua se ha modelizado la misma en el programa EPANET.

EPANET es un programa de ordenador, desarrollado por la U.S.E.P.A, que realiza simulaciones en periodo extendido(o cuasi estático) del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos(uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos, y de la concentración de cualquier sustancia a través dl sistema de distribución durante un periodo prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

EPANET contiene un simulador hidráulico muy avanzado que ofrece las siguientes prestaciones:

- no existe límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse
- las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o Chezy-Manning
- contempla pérdidas menores en codos, accesorios, etc.
- admite bombas de velocidad fija o variable
- puede calcular el consumo energético y sus costes
- permite considerar varios tipos de válvulas
- admite depósitos de geometría variable (esto es, cuyo diámetro varíe con el nivel) permite considerar diferentes tipos de demandas en los nudos, cada uno con su propia curva de modulación en el tiempo puede modelar tomas de agua cuyo caudal dependa de la presión admite leyes de control simples, basadas en el valor del nivel en los depósitos o en la hora prefijada por un temporizador, y leyes de control más complejas basadas en reglas lógicas

Además, como herramienta para el análisis de la calidad del agua, EPANET ofrece las siguientes prestaciones adicionales:

- simula el desplazamiento de trazadores no reactivos por toda la red, a lo largo del tiempo
- simula el avance y evolución de las sustancias reactivas cuya concentración o bien crece en el tiempo o bien decrece (cloro)
- simula el tiempo de permanencia del agua mientras discurre por la red
- permite seguir la evolución en el tiempo de la fracción de caudal que llega a cada nudo de la red procedente de un nudo determinado
- simula las reacciones que tienen lugar tanto en el seno del agua como en las paredes de la tubería
- permite emplear cinéticas de orden n para modelar las reacciones en el seno del agua
- emplea cinéticas de orden cero o de primer orden para modelar las reacciones en las paredes de las tuberías
- tiene en consideración las limitaciones de transferencia de masa al modelar las reacciones en las paredes de las tuberías
- admite reacciones de crecimiento o decrecimiento de la concentración de una sustancia hasta llegar a un valor límite
- permite definir coeficientes de reacción globales para toda la red, y modificar éstos posteriormente para determinadas tuberías
- permite considerar la inyección en cualquier punto de la red de un caudal másico o de concentración definida, variable en el tiempo
- la evolución de la calidad del agua en los depósitos pude simularse como una mezcla homogénea, mediante un modelo de pistón, o como un reactor de dos compartimentos.

1.1. DIMENSIONAMIENTO PARA CAUDAL PUNTA HORARIO

Primero hay que obtener el caudal unitario. Dicho caudal se calcula dividiendo el caudal punta horario entre la longitud total de la red de distribución.

$$Q_{unitario} = \frac{14{,}126\ L/s}{14903{,}379\ m} = 0.0009478\ \frac{l}{s.m}$$

A partir de este valor se obtiene la demanda en cada tramo, multiplicando este caudal unitario por la longitud de cada tramo de la red, en situación de demanda punta.

BARRIOS	TRAMO	LONGITUD (M)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA/2 (L/s)
La Secada	1-2	171.154	0.162226392	0.081113196
	2-7	286.54	0.271593713	0.135796857
	2-3	172.756	0.16374483	0.081872415
	3-4	122.279	0.115900774	0.057950387
	3-5	118.36	0.112186193	0.056093097
	5-6	156.838	0.148657133	0.074328566
	5-7	135.027	0.127983822	0.063991911
	7-8	123.305	0.116873256	0.058436628
	8-9	255.431	0.242107398	0.121053699
	9-10	74.543	0.070654743	0.035327372
	10-11	39.099	0.037059547	0.018529773
	10-12	80.608	0.076403385	0.038201693
	9-13	524.059	0.496723423	0.248361712
	13-14	154.891	0.146811691	0.073405845
La Vega	14-15	74.079	0.070214946	0.035107473
	15-16	77.849	0.073788298	0.036894149
	16-17	81.364	0.077119951	0.038559976
	17-18	339.77	0.322047169	0.161023585
	18-19	119.629	0.113389001	0.0566945
	18-20	299.852	0.284211342	0.142105671
	20-21	609.921	0.578106753	0.289053377
	21-22	170.879	0.161965736	0.080982868
	21-24	481.255	0.456152134	0.228076067
	20-23	731.906	0.693728862	0.346864431
	23-24	393.382	0.3728627	0.18643135
Seldesuto	24-25	1455.705	1.379773596	0.689886798
	25-26	112.775	0.106892514	0.053446257
	25-27	219.239	0.207803218	0.103901609
	27-28	135.561	0.128489968	0.064244984
	27-29	86.266	0.081766257	0.040883128
	27-30	132.926	0.125992413	0.062996206
	30-31	155.237	0.147139643	0.073569821
	31-32	153.772	0.145751059	0.07287553
Matienzo Centro	15-33	280.79	0.26614364	0.13307182
	33-34	98.418	0.093284393	0.046642197
	33-35	19.285	0.01827907	0.009139535
	35-36	105.859	0.100337261	0.050168631
	35-37	133.849	0.126867268	0.063433634
	14-38	227.981	0.216089224	0.108044612

BARRIOS	TRAMO	LONGITUD (M)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA/2 (L/s)
El Sedo	38-39	223.24	0.211595521	0.10579776
	39-40	51.749	0.049049707	0.024524854
	40-41	255.938	0.242587952	0.121293976
	40-42	356.641	0.338038157	0.169019078
	42-49	521.718	0.494504533	0.247252266
	39-43	174.406	0.165308764	0.082654382
	43-44	84.016	0.07963362	0.03981681
	44-45	54.463	0.051622141	0.025811071
	44-48	84.141	0.0797521	0.03987605
	43-46	229.054	0.217106255	0.108553128
	46-47	40.432	0.038323016	0.019161508
	46-48	58.499	0.055447619	0.027723809
	48-49	385.832	0.365706517	0.182853259
	49-ED1	165.986	0.157327961	0.078663981
	DEP-ED	707.448	0.670546622	0.335273311
	ED-ED1	150.023	0.142197612	0.071098806
	ED-50	123.639	0.117189834	0.058594917
Ozana	50-51	208.899	0.198002565	0.099001283
	51-52	261.051	0.247434251	0.123717126
	52-53	231.011	0.218961176	0.109480588
	53-54	136.362	0.129249187	0.064624593
	53-55	185.598	0.175916975	0.087958487
	55-56	146.237	0.138609094	0.069304547
	55-57	238.821	0.226363796	0.113181898
	57-58	213.166	0.202046993	0.101023497
	57-59	502.57	0.476355316	0.238177658

Tabla 5 Distribución de caudales para situación punta

Una vez obtenida la demanda de cada tramo, se procede a obtener la demanda de cada nudo. A cada nudo le corresponde la mitad del caudal de cada tramo que llega a él.

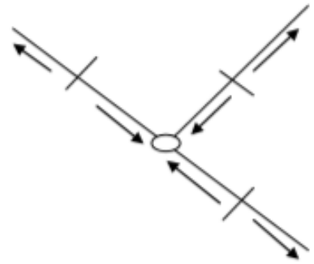


Figura: Distribución de caudales para cada nudo

Las demandas en cada nudo quedan como se indica en la siguiente tabla para hipótesis de consumo punta.

NUDO	DEMANDA (L/s)
1	0.081113196
2	0.298782467
3	0.195915898
4	0.057950387
5	0.194413574
6	0.074328566
7	0.258225395
8	0.179490327
9	0.404742782
10	0.092058838
11	0.018529773
12	0.038201693
13	0.321767557
14	0.21655793
15	0.205073442
16	0.075454125
17	0.19958356
18	0.359823756
19	0.0566945
20	0.778023479

NUDO	DEMANDA (L/s)
21	0.598112312
22	0.080982868
23	0.533295781
24	1.104394215
25	0.847234664
26	0.053446257
27	0.272025928
28	0.064244984
29	0.040883128
30	0.209441557
31	0.073569821
32	0.07287553
33	0.188853552
34	0.046642197
35	0.1227418
36	0.050168631
37	0.063433634
38	0.213842372
39	0.212976996
40	0.314837908
41	0.121293976
42	0.416271345
43	0.231024319
44	0.10550393
45	0.025811071
46	0.155438445
47	0.019161508
48	0.250453118
49	0.508769506
ED	0.800240345
ED1	0.149762786
50	0.281313325

NUDO	DEMANDA (L/s)
51	0.099001283
52	0.233197713
52	0.262063668
54	0.064624593
55	0.270444933
56	0.069304547
57	0.452383053
58	0.101023497
59	0.238177658

Una vez se han obtenido estos valores, queda obtener el valor de los diámetros que se introducirán en la red de distribución. Las tuberías seleccionadas son de Polietileno de alta densidad PE 80, de fácil manejo y colocación.

Se recomienda que el diámetro mínimo de las tuberías oscile entre 63 y 75 mm para evitar problemas como los que siguen:

- Hay que tener presente que las aguas en España son bastante duras, y el depósito por incrustaciones reduce rápidamente el diámetro útil.
- En las tuberías de las periferias de las poblaciones conviene tener en cuenta los posibles aumentos de consumo por aumento de densidad de la población, o por ensanche del núcleo.
- Las tomas generalmente se hacen con un simple collar y un orificio del diámetro de la acometida. Y como éstas suelen ser de 1” (o sea, 25 mm) para un edificio privado, de emplearse diámetros inferiores a 63 mm quedarían muy debilitadas las tuberías en los puntos de toma.

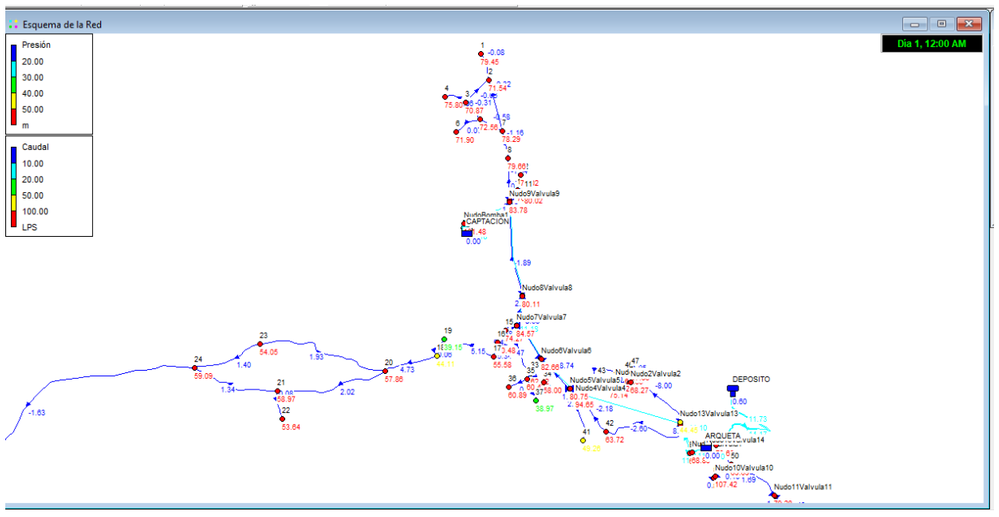
Los diámetros comerciales, se observan en la tabla siguiente, seleccionada de un catálogo de un fabricante.

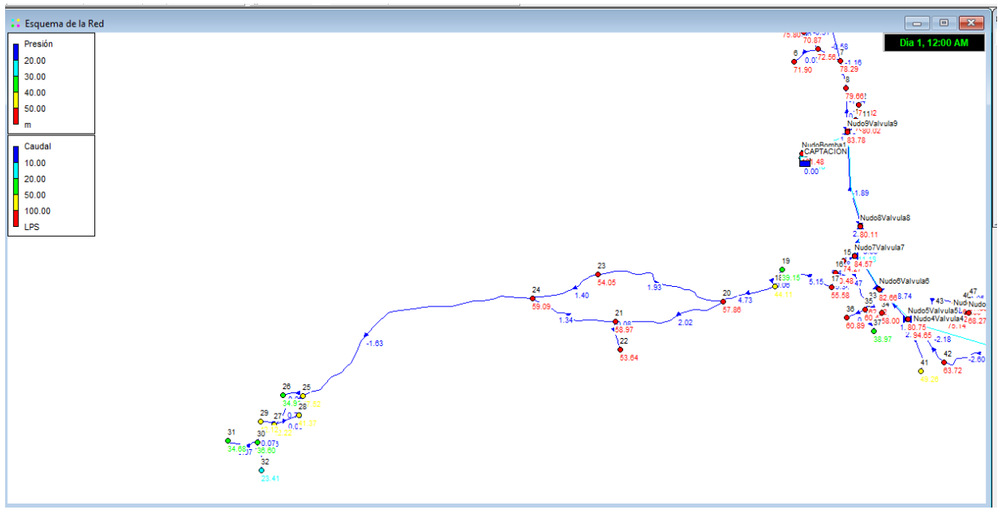
PN25 / SDR 7,4 Barras

Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
061063025	63	8,6	3,875
061075025	75	10,3	5,431
061090025	90	12,3	7,678
061110025	110	15,1	11,223
061125025	125	17,1	14,571
061140025	140	19,2	18,062
061160025	160	21,9	23,276
061180025	180	24,6	30,052
061200025	200	27,4	36,410
061225025	225	30,8	46,351
061250025	250	34,2	57,173
061280025	280	38,3	72,411
061315025	315	43,1	91,319

Figura: Catalogo del fabricante

Con estos diámetros se obtiene el esquema siguiente en situación punta de funcionamiento. Se ha supuesto además que el depósito está casi vacío de agua, de esta manera hay menos presión aún en los nudos y la situación es más desfavorable.





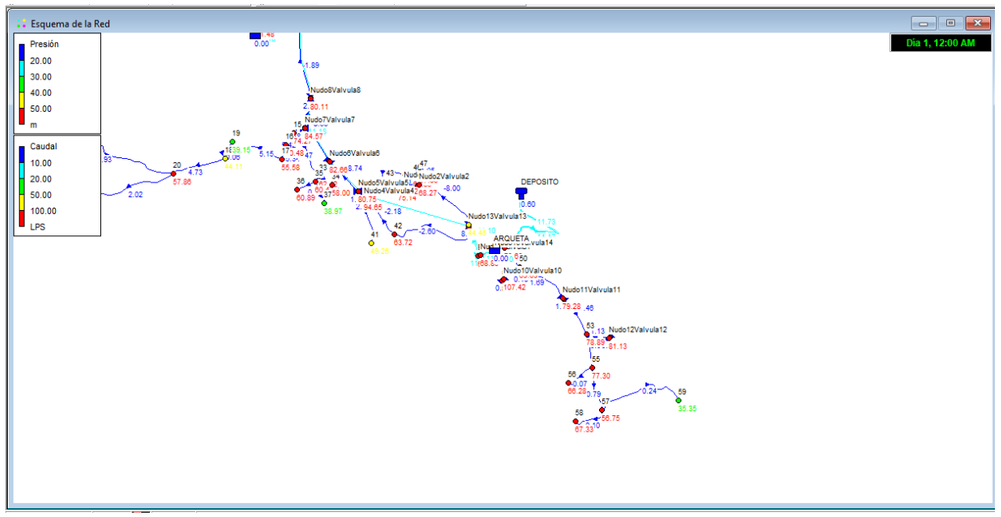


TABLA RED – NUDOS

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	148.610	0.081113196	228.06	79.45
Nudo 2	156.521	0.298782467	228.06	71.54
Nudo 4	152.265	0.057950387	228.06	75.80
Nudo 5	155.532	0.194413574	228.09	72.56
Nudo 6	156.189	0.074328566	228.09	71.90
Nudo 7	149.843	0.258225395	228.13	78.29
Nudo 9	148.631	0.404742782	228.63	80.00
Nudo 10	151.792	0.092058838	228.63	76.84
Nudo 12	151.606	0.038201693	228.63	77.02
Nudo 3	157.191	0.195915898	228.06	70.87
Nudo 8	148.605	0.179490327	228.26	79.66
Nudo 11	148.610	0.018529773	228.63	80.02
Nudo 13	152.997	0.321767557	233.00	80.00
Nudo 14	153.336	0.21655793	233.34	80.00
Nudo 15	158.791	0.205073442	233.06	74.27
Nudo 16	162.352	0.075454125	232.83	70.48
Nudo 17	177.024	0.19958356	232.60	55.58
Nudo 38	158.742	0.213842372	238.74	80.00
Nudo 33	170.586	0.188853552	233.01	62.42
Nudo 35	172.531	0.1227418	233.00	60.47
Nudo 36	172.112	0.050168631	233.00	60.89
Nudo 34	175	0.046642197	233.00	58.00
Nudo 39	162.259	0.212976996	242.26	80.00
Nudo 46	179.785	0.155438445	244.43	64.65
Nudo 47	186.467	0.019161508	244.43	57.96
Nudo 42	194.507	0.416271345	258.22	63.72
Nudo 37	194.031	0.063433634	233.00	38.97
Nudo 48	176.331	0.250453118	244.60	68.27
Nudo 43	168.353	0.231024319	243.13	74.78
Nudo 45	168.709	0.025811071	243.85	75.14
Nudo 44	172.636	0.10550393	243.85	71.21
Nudo 49	202.494	0.508769506	259.27	56.78
Nudo 41	193.787	0.121293976	243.05	49.26
Nudo 40	163.057	0.314837908	243.06	80.00
Nudo 18	187.582	0.359823756	231.69	44.11
Nudo 19	192.535	0.0566945	231.69	39.15
Nudo 20	173.295	0.778023479	231.16	57.86
Nudo 22	175.640	0.080982868	229.28	53.64
Nudo 21	170.317	0.598112312	229.29	58.97
Nudo 24	168.581	1.104394215	227.67	59.09
Nudo 23	175.047	0.533295781	229.10	54.05
Nudo 25	178.905	0.847234664	226.43	47.52
Nudo 26	191.519	0.053446257	226.43	34.91
Nudo 28	184.954	0.064244984	226.32	41.37
Nudo 27	184.109	0.272025928	226.33	42.22
Nudo 29	184.210	0.040883128	226.33	42.12
Nudo 31	191.630	0.073569821	226.31	34.68
Nudo 30	189.713	0.209441557	226.31	36.60

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	202.896	0.07287553	226.31	23.41
Nudo 59	296.727	0.238177658234418	332.08	35.35
Nudo 57	275.397	0.45238305293048	332.15	56.75
Nudo 55	254.976	0.270444932521679	332.28	77.30
Nudo 53	253.584	0.26206366844727	332.47	78.89
Nudo 54	251.341	0.0646245932549927	331.34	80.00
Nudo 56	266.002	0.0693045470426539	332.28	66.28
Nudo 58	264.812	0.10102349661778	332.14	67.33
Nudo ED-1	190.983	0.149762786479496	259.84	68.86
Nudo NudoBomba1	152	0	253.48	101.48
Nudo NudoBomba2	245	0	337.86	92.86
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	259.84	68.86
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	243.85	71.21
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	244.60	68.27
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	257.70	94.65
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	241.40	82.66
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	237.90	84.57
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	243.01	80.75
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	233.10	80.11
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	232.41	83.78
Nudo ED	260	0.80024034509221	333.60	73.60
Nudo 52	253.584	0.233197713484975	332.86	79.28
Nudo 50	263.752	0.281313325454583	333.44	69.69
Nudo 51	226.014	0.0990012826621399	306.01	80.00
Nudo Nudo10Valvula	226.014	0	333.43	107.42
Nudo Nudo11Valvula	253.584	0	332.86	79.28
Nudo Nudo12Valvula	251.341	0	332.47	81.13
Nudo Nudo13Valvula	202.494	0	246.94	44.45
Nudo Nudo14Valvula	240	0	333.32	93.32
Nudo Nudo15Valvula	240	0	260.00	20.00
Embalse CAPTACIÓN	151.85	Sin Valor	151.85	0.00
Embalse ARQUETA	245	Sin Valor	245.00	0.00
Depósito DEPOSITO	335	Sin Valor	335.60	0.60

TABLA RED - LINEAS

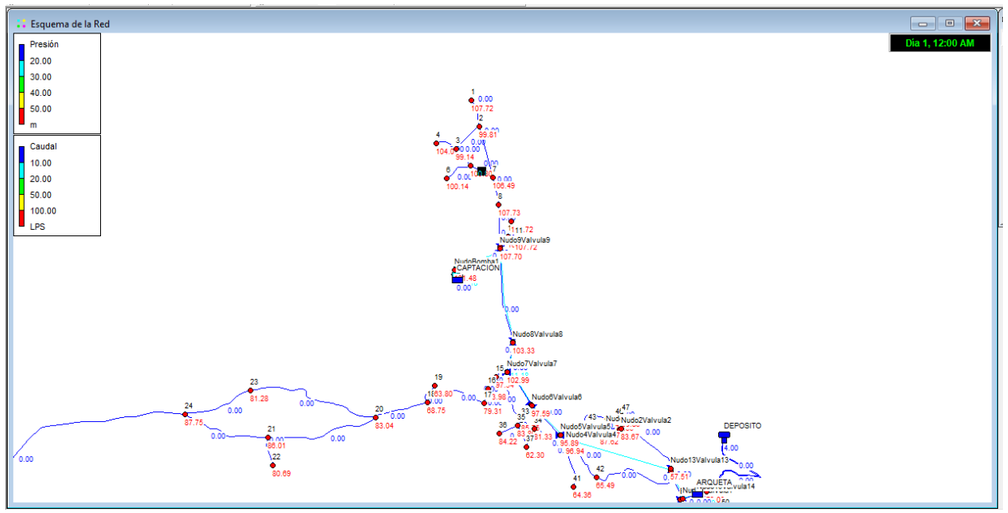
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1-2	171.154	63	-0.08	0.03
Tubería 2-3	172.756	63	-0.06	0.02
Tubería 3-4	122.279	63	0.06	0.02
Tubería 3-5	118.360	63	-0.31	0.10
Tubería 5-6	156.838	63	0.07	0.02
Tubería 5-7	135.027	75	-0.58	0.13
Tubería 2-7	286.540	63	-0.32	0.10
Tubería 7-8	123.305	75	-1.16	0.26
Tubería 8-9	255.431	75	-1.34	0.30
Tubería 9-10	74.543	75	0.15	0.03
Tubería 10-11	39.099	63	0.02	0.01
Tubería 10-12	80.608	63	0.04	0.01
Tubería 9-13	524.059	90	-1.89	0.30
Tubería 13-14	154.891	90	-2.22	0.35
Tubería 14-15	74.079	110	6.10	0.64
Tubería 15-16	77.849	110	5.42	0.57
Tubería 16-17	81.364	110	5.34	0.56
Tubería 14-38	227.981	125	-8.53	0.70
Tubería 15-33	280.790	75	0.47	0.11
Tubería 33-35	19.285	75	0.24	0.05
Tubería 35-36	105.859	63	0.05	0.02
Tubería 33-34	98.418	63	0.05	0.01
Tubería 38-39	223.240	125	-8.74	0.71
Tubería 35-37	133.849	63	0.06	0.02
Tubería 46-47	40.432	63	0.02	0.01
Tubería 39-43	174.406	110	-7.21	0.76
Tubería 43-44	84.016	90	-5.67	0.89
Tubería 44-45	54.463	63	0.03	0.01
Tubería 43-46	229.054	63	-1.78	0.57
Tubería 46-48	58.449	75	-1.95	0.44
Tubería 44-48	84.141	90	-5.80	0.91
Tubería 49-48	385.832	110	-8.00	0.84
Tubería 49-42	521.718	90	-2.60	0.41
Tubería 39-40	51.749	90	-1.74	0.27
Tubería 40-41	255.938	63	0.12	0.04
Tubería 42-40	356.641	90	-2.18	0.34
Tubería 17-18	339.770	110	5.15	0.54
Tubería 18-19	119.629	63	0.06	0.02
Tubería 18-20	229.852	110	4.73	0.50
Tubería 20-21	609.921	75	2.02	0.46
Tubería 21-22	170.879	63	0.08	0.03
Tubería 21-24	481.255	63	1.34	0.43
Tubería 20-23	731.906	75	1.93	0.44
Tubería 23-24	393.382	63	1.40	0.45
Tubería 24-25	1455.705	90	-1.63	0.26
Tubería 25-26	112.775	63	0.05	0.02
Tubería 25-27	219.239	75	0.73	0.17
Tubería 27-28	135.561	63	0.06	0.02

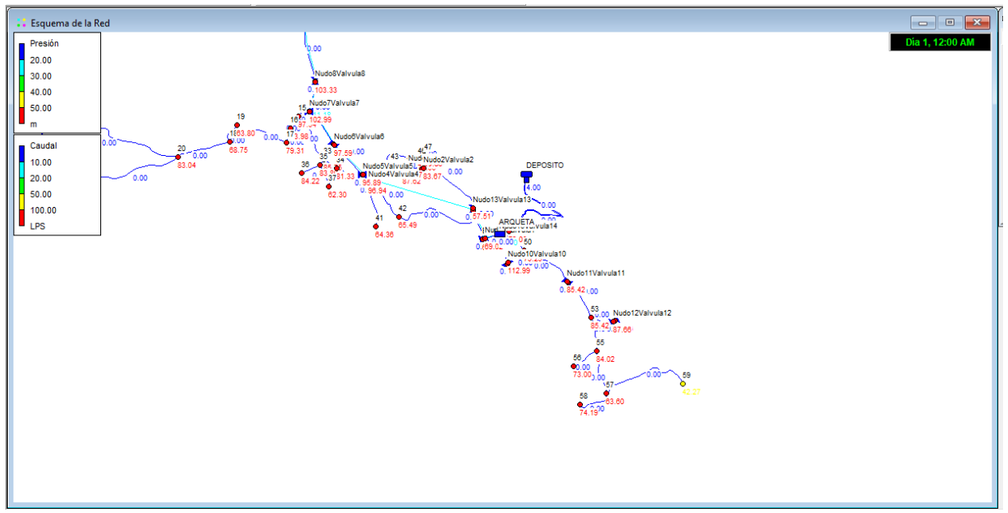
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 27-29	86.266	63	0.04	0.01
Tubería 27-30	132.926	75	-0.36	0.08
Tubería 30-31	155.237	63	0.07	0.02
Tubería 30-32	153.772	63	0.07	0.02
Tubería 53-54	136.362	63	0.06	0.02
Tubería 53-55	185.598	75	1.13	0.26
Tubería 55-56	146.237	63	-0.07	0.02
Tubería 55-57	238.821	75	0.79	0.18
Tubería 57-58	213.166	63	0.10	0.03
Tubería 57-59	502.570	63	0.24	0.08
Tubería ED1-49	165.986	140	-11.10	0.72
Tubería DEP-ED	707.448	160	14.17	0.70
Tubería Bomba2-Dep	593.097	140	11.73	0.76
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	11.30	0.56
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-11.25	0.56
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	11.73	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	11.25	0.56
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	11.30	0.56
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-11.25	0.56
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	11.73	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	11.25	0.56
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31
Válvula 2-Reductora	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 4-Reductora	Sin Valor	110	2.18	0.23
Válvula 6-Reductora	Sin Valor	110	8.74	0.92
Válvula 7-Reductora	Sin Valor	110	8.53	0.90
Válvula 5-Reductora	Sin Valor	110	1.74	0.18
Válvula 8-Reductora	Sin Valor	110	2.22	0.23
Válvula 9-Reductora	Sin Valor	110	1.89	0.20
Válvula 10-Reductor	Sin Valor	75	0.10	0.02
Válvula 11-Reductor	Sin Valor	140	1.69	0.11
Válvula 12-Reductor	Sin Valor	60	0.06	0.02
Válvula 13-Lim.Caud	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 14-Reductor	Sin Valor	160	11.30	0.56

1.2. DIMENSIONAMIENTO PARA CONSUMO CERO

No hay demanda, ni por tanto caudal circulante. Se ha supuesto que el depósito está lleno y así se pueden visualizar las máximas presiones que hay sobre la red.





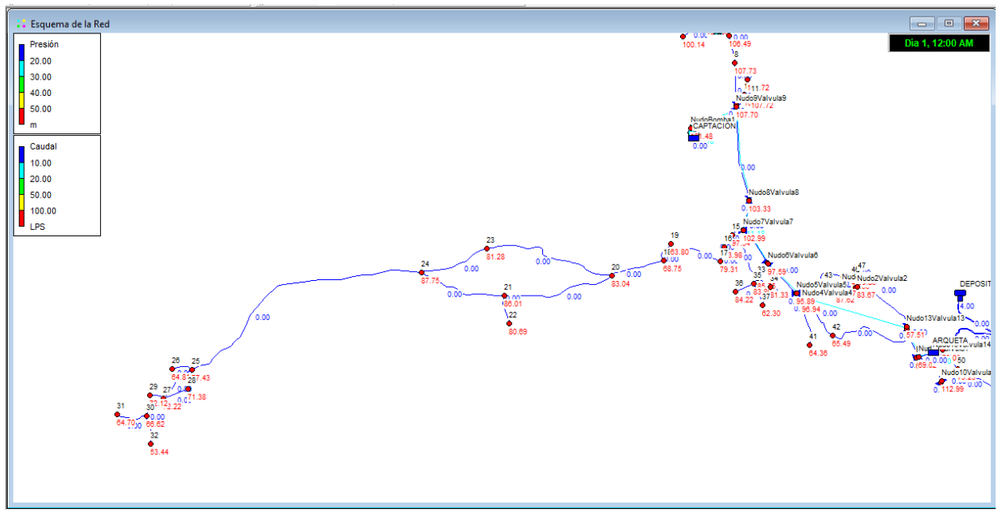


TABLA RED - NUDOS

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	148.610	0	256.33	107.72
Nudo 2	156.521	0	256.33	99.81
Nudo 4	152.265	0	256.33	104.07
Nudo 5	155.532	0	256.33	100.80
Nudo 6	156.189	0	256.33	100.14
Nudo 7	149.843	0	256.33	106.49
Nudo 9	148.631	0	256.33	107.70
Nudo 10	151.792	0	256.33	104.54
Nudo 12	151.606	0	256.33	104.72
Nudo 3	157.191	0	256.33	99.14
Nudo 8	148.605	0	256.33	107.73
Nudo 11	148.610	0	256.33	107.72
Nudo 13	152.997	0	256.33	103.33
Nudo 14	153.336	0	256.33	102.99
Nudo 15	158.791	0	256.33	97.54
Nudo 16	162.352	0	256.33	93.98
Nudo 17	177.024	0	256.33	79.31
Nudo 38	158.742	0	256.33	97.59
Nudo 33	170.586	0	256.33	85.75
Nudo 35	172.531	0	256.33	83.80
Nudo 36	172.112	0	256.33	84.22
Nudo 34	175	0	256.33	81.33
Nudo 39	162.259	0	256.33	94.07
Nudo 46	179.785	0	256.33	76.55

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 47	186.467	0	256.33	69.86
Nudo 42	194.507	0	260.00	65.49
Nudo 37	194.031	0	256.33	62.30
Nudo 48	176.331	0	256.33	80.00
Nudo 43	168.353	0	256.33	87.98
Nudo 45	168.709	0	256.33	87.62
Nudo 44	172.636	0	256.33	83.70
Nudo 49	202.494	0	260.00	57.51
Nudo 41	193.787	0	258.14	64.36
Nudo 40	163.057	0	258.14	95.09
Nudo 18	187.582	0	256.33	68.75
Nudo 19	192.535	0	256.33	63.80
Nudo 20	173.295	0	256.33	83.04
Nudo 22	175.640	0	256.33	80.69
Nudo 21	170.317	0	256.33	86.01
Nudo 24	168.581	0	256.33	87.75
Nudo 23	175.047	0	256.33	81.28
Nudo 25	178.905	0	256.33	77.43
Nudo 26	191.519	0	256.33	64.81
Nudo 28	184.954	0	256.33	71.38
Nudo 27	184.109	0	256.33	72.22
Nudo 29	184.210	0	256.33	72.12
Nudo 31	191.630	0	256.33	64.70
Nudo 30	189.713	0	256.33	66.62

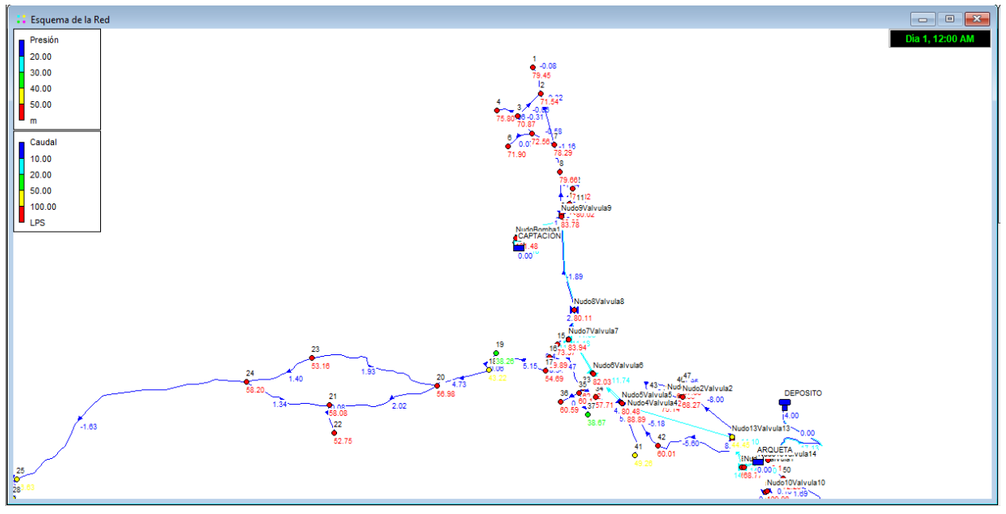
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	202.896	0	256.33	53.44
Nudo 59	296.727	0	339.00	42.27
Nudo 57	275.397	0	339.00	63.60
Nudo 55	254.976	0	339.00	84.02
Nudo 53	253.584	0	339.00	85.42
Nudo 54	251.341	0	339.00	87.66
Nudo 56	266.002	0	339.00	73.00
Nudo 58	264.812	0	339.00	74.19
Nudo ED-1	190.983	0	260.00	69.02
Nudo NudoBomba1	152	0	253.48	101.48
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	260.00	69.02
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	256.33	83.70
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	260.00	83.67
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	260.00	96.94
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	256.33	97.59
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	256.33	102.99
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	258.14	95.89
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	256.33	103.33
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	256.33	107.70
Nudo ED	260	0	339.00	79.00
Nudo 52	253.584	0	339.00	85.42
Nudo 50	263.752	0	339.00	75.25
Nudo 51	226.014	0	339.00	112.99

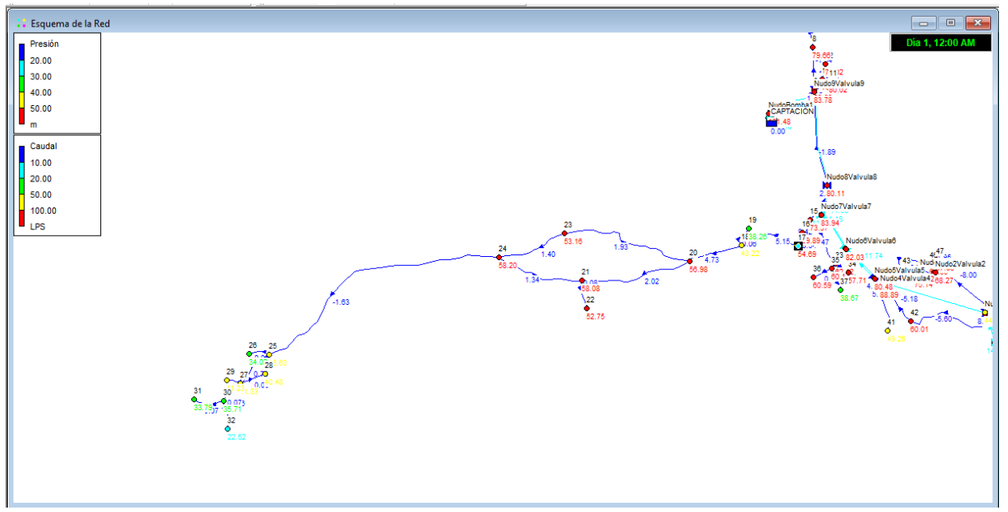
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	260.00	69.02
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	256.33	83.70
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	260.00	83.67
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	260.00	96.94
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	256.33	97.59
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	256.33	102.99
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	258.14	95.89
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	256.33	103.33
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	256.33	107.70
Nudo ED	260	0	339.00	79.00
Nudo 52	253.584	0	339.00	85.42
Nudo 50	263.752	0	339.00	75.25
Nudo 51	226.014	0	339.00	112.99
Nudo Nudo10Valvula	226.014	0	339.00	112.99
Nudo Nudo11Valvula	253.584	0	339.00	85.42
Nudo Nudo12Valvula	251.341	0	339.00	87.66
Nudo Nudo13Valvula	202.494	0	260.00	57.51
Nudo Nudo14Valvula	240	0	339.00	99.00
Nudo Nudo15Valvula	240	0	260.00	20.00
Embalse CAPTACIÓN	151.85	Sin Valor	151.85	0.00
Embalse ARQUETA	245	Sin Valor	245.00	0.00
Depósito DEPOSITO	335	Sin Valor	339.00	4.00

1.3. CONSUMO PUNTA Y AMBOS HIDRANTES FUNCIONANDO

Dos de las 6 bocas de riego-hidrantes que se contempla colocar en este proyecto, se colocarán en los nudos 17 y 3. Asignando la demanda adicional de 3 l/s a esos nudos, se comprueba el comportamiento de la red, vigilando que las presiones en los nudos no desciendan por debajo de los 10 m. c. a., que aseguran el buen funcionamiento de los hidrantes contra incendios. El depósito está lleno.

NUDO 17





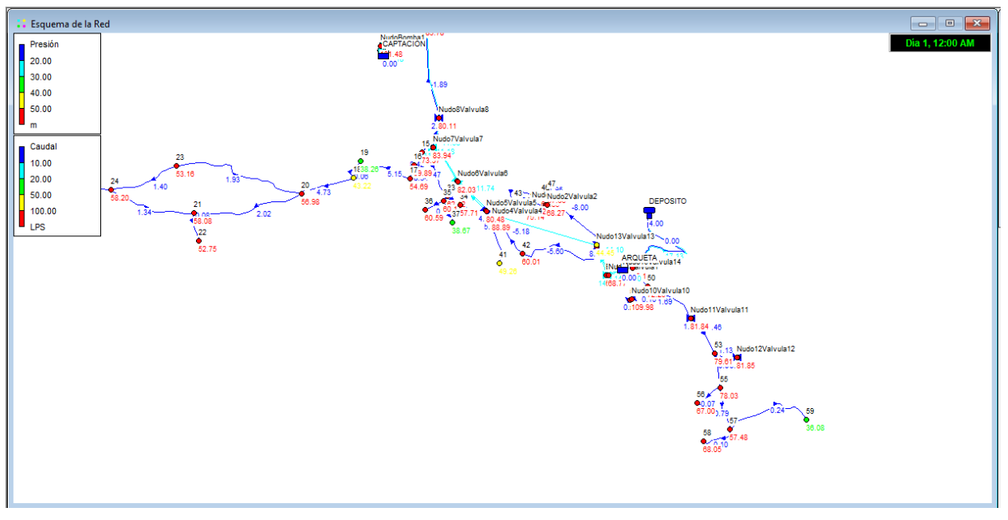


TABLA RED – NUDOS

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	148.610	0.081113196	228.06	79.45
Nudo 2	156.521	0.298782467	228.06	71.54
Nudo 4	152.265	0.057950387	228.06	75.80
Nudo 5	155.532	0.194413574	228.09	72.56
Nudo 6	156.189	0.074328566	228.09	71.90
Nudo 7	149.843	0.258225395	228.13	78.29
Nudo 9	148.631	0.404742782	228.63	80.00
Nudo 10	151.792	0.092058838	228.63	76.84
Nudo 12	151.606	0.038201693	228.63	77.02
Nudo 3	157.191	0.195915898	228.06	70.87
Nudo 8	148.605	0.179490327	228.26	79.66
Nudo 11	148.610	0.018529773	228.63	80.02
Nudo 13	152.997	0.321767557	233.00	80.00
Nudo 14	153.336	0.21655793	233.34	80.00
Nudo 15	158.791	0.205073442	232.76	73.97
Nudo 16	162.352	0.075454125	232.24	69.89
Nudo 17	177.024	3.19958356	231.71	54.69
Nudo 38	158.742	0.213842372	238.74	80.00
Nudo 33	170.586	0.188853552	232.71	62.12
Nudo 35	172.531	0.1227418	232.71	60.17
Nudo 36	172.112	0.050168631	232.70	60.59
Nudo 34	175	0.046642197	232.71	57.71
Nudo 39	162.259	0.212976996	242.26	80.00
Nudo 46	179.785	0.155438445	244.43	64.65
Nudo 47	186.467	0.019161508	244.43	57.96
Nudo 42	194.507	0.416271345	254.52	60.01
Nudo 37	194.031	0.063433634	232.70	38.67
Nudo 48	176.331	0.250453118	244.60	68.27
Nudo 43	168.353	0.231024319	243.13	74.78
Nudo 45	168.709	0.025811071	243.85	75.14
Nudo 44	172.636	0.10550393	243.85	71.21
Nudo 49	202.494	0.508769506	258.87	56.37
Nudo 41	193.787	0.121293976	243.05	49.26
Nudo 40	163.057	0.314837908	243.06	80.00
Nudo 18	187.582	0.359823756	230.80	43.22
Nudo 19	192.535	0.0566945	230.80	38.26
Nudo 20	173.295	0.778023479	230.27	56.98
Nudo 22	175.640	0.080982868	228.39	52.75
Nudo 21	170.317	0.598112312	228.40	58.08
Nudo 24	168.581	1.104394215	226.78	58.20
Nudo 23	175.047	0.533295781	228.21	53.16
Nudo 25	178.905	0.847234664	225.54	46.63
Nudo 26	191.519	0.053446257	225.54	34.02
Nudo 28	184.954	0.064244984	225.43	40.48
Nudo 27	184.109	0.272025928	225.44	41.33
Nudo 29	184.210	0.040883128	225.44	41.23
Nudo 31	191.630	0.073569821	225.42	33.79
Nudo 30	189.713	0.209441557	225.42	35.71

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	202.896	0.07287553	225.42	22.52
Nudo 59	296.727	0.238177658234418	332.80	36.08
Nudo 57	275.397	0.45238305293048	332.87	57.48
Nudo 55	254.976	0.270444932521679	333.00	78.03
Nudo 53	253.584	0.26206366844727	333.20	79.61
Nudo 54	251.341	0.0646245932549927	331.34	80.00
Nudo 56	266.002	0.0693045470426539	333.00	67.00
Nudo 58	264.812	0.10102349661778	332.87	68.05
Nudo ED-1	190.983	0.149762786479496	259.76	68.77
Nudo NudoBomba1	152	0	253.48	101.48
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	259.76	68.77
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	243.85	71.21
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	244.60	68.27
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	251.94	88.89
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	240.78	82.03
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	237.28	83.94
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	242.74	80.48
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	233.10	80.11
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	232.41	83.78
Nudo ED	260	0.80024034509221	336.16	76.16
Nudo 52	253.584	0.233197713484975	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.281313325454583	336.00	72.25
Nudo 51	226.014	0.0990012826621399	306.01	80.00

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	259.76	68.77
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	243.85	71.21
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	244.60	68.27
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	251.94	88.89
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	240.78	82.03
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	237.28	83.94
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	242.74	80.48
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	233.10	80.11
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	232.41	83.78
Nudo ED	260	0.80024034509221	336.16	76.16
Nudo 52	253.584	0.233197713484975	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.281313325454583	336.00	72.25
Nudo 51	226.014	0.0990012826621399	306.01	80.00
Nudo Nudo10Valvula	226.014	0	335.99	109.98
Nudo Nudo11Valvula	253.584	0	335.42	81.84
Nudo Nudo12Valvula	251.341	0	333.19	81.85
Nudo Nudo13Valvula	202.494	0	246.94	44.45
Nudo Nudo14Valvula	240	0	335.73	95.73
Nudo Nudo15Valvula	240	0	260.00	20.00
Embalse CAPTACIÓN	151.85	Sin Valor	151.85	0.00
Embalse ARQUETA	245	Sin Valor	245.00	0.00
Depósito DEPOSITO	335	Sin Valor	339.00	4.00

TABLA RED- TUBERIAS

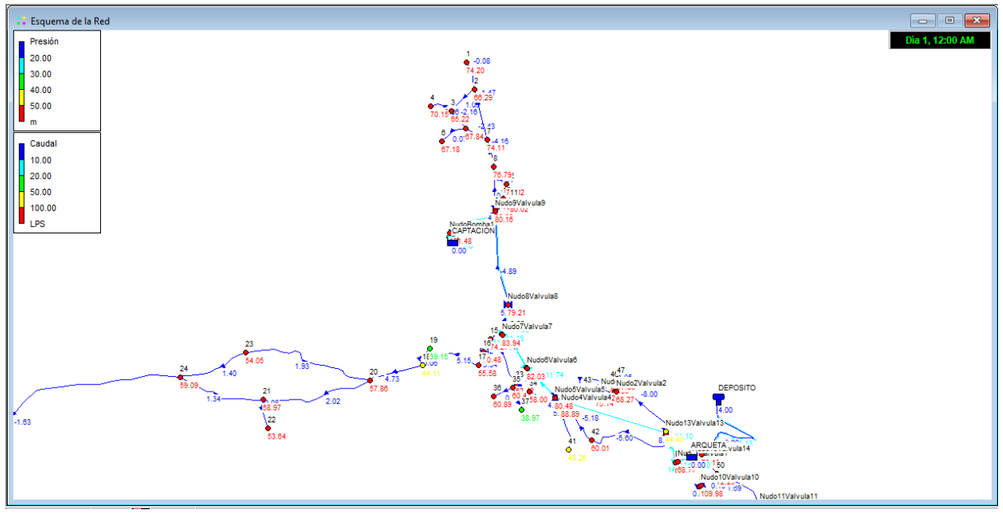
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1-2	171.154	63	-0.08	0.03
Tubería 2-3	172.756	63	-0.06	0.02
Tubería 3-4	122.279	63	0.06	0.02
Tubería 3-5	118.360	63	-0.31	0.10
Tubería 5-6	156.838	63	0.07	0.02
Tubería 5-7	135.027	75	-0.58	0.13
Tubería 2-7	286.540	63	-0.32	0.10
Tubería 7-8	123.305	75	-1.16	0.26
Tubería 8-9	255.431	75	-1.34	0.30
Tubería 9-10	74.543	75	0.15	0.03
Tubería 10-11	39.099	63	0.02	0.01
Tubería 10-12	80.608	63	0.04	0.01
Tubería 9-13	524.059	90	-1.89	0.30
Tubería 13-14	154.891	90	-2.22	0.35
Tubería 14-15	74.079	110	9.10	0.96
Tubería 15-16	77.849	110	8.42	0.89
Tubería 16-17	81.364	110	8.34	0.88
Tubería 14-38	227.981	125	-11.53	0.94
Tubería 15-33	280.790	75	0.47	0.11
Tubería 33-35	19.285	75	0.24	0.05
Tubería 35-36	105.859	63	0.05	0.02
Tubería 33-34	98.418	63	0.05	0.01
Tubería 38-39	223.240	125	-11.74	0.96
Tubería 35-37	133.849	63	0.06	0.02

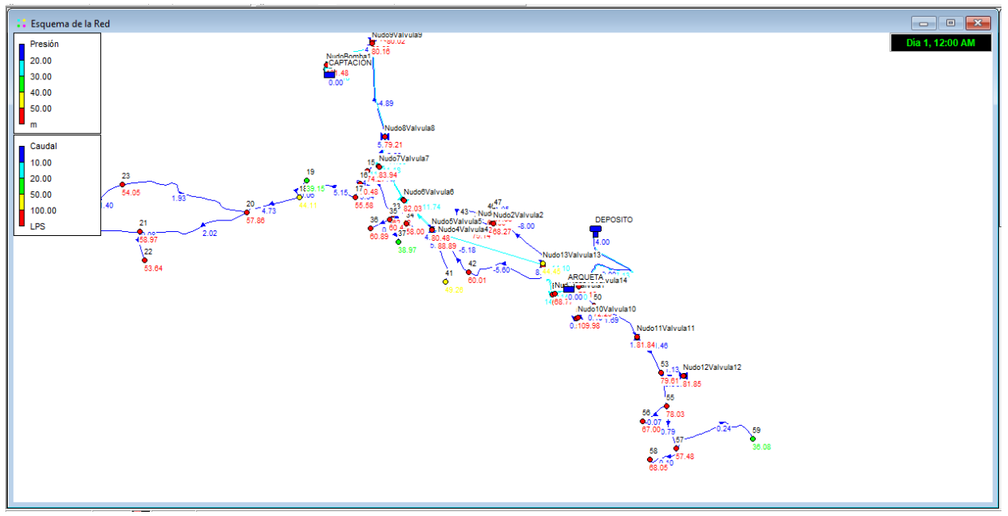
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 46-47	40.432	63	0.02	0.01
Tubería 39-43	174.406	110	-7.21	0.76
Tubería 43-44	84.016	90	-5.67	0.89
Tubería 44-45	54.463	63	0.03	0.01
Tubería 43-46	229.054	63	-1.78	0.57
Tubería 46-48	58.449	75	-1.95	0.44
Tubería 44-48	84.141	90	-5.80	0.91
Tubería 49-48	385.832	110	-8.00	0.84
Tubería 49-42	521.718	90	-5.60	0.88
Tubería 39-40	51.749	90	-4.74	0.75
Tubería 40-41	255.938	63	0.12	0.04
Tubería 42-40	356.641	90	-5.18	0.81
Tubería 17-18	339.770	110	5.15	0.54
Tubería 18-19	119.629	63	0.06	0.02
Tubería 18-20	229.852	110	4.73	0.50
Tubería 20-21	609.921	75	2.02	0.46
Tubería 21-22	170.879	63	0.08	0.03
Tubería 21-24	481.255	63	1.34	0.43
Tubería 20-23	731.906	75	1.93	0.44
Tubería 23-24	393.382	63	1.40	0.45
Tubería 24-25	1455.705	90	-1.63	0.26
Tubería 25-26	112.775	63	0.05	0.02
Tubería 25-27	219.239	75	0.73	0.17
Tubería 27-28	135.561	63	0.06	0.02

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 27-29	86.266	63	0.04	0.01
Tubería 27-30	132.926	75	-0.36	0.08
Tubería 30-31	155.237	63	0.07	0.02
Tubería 30-32	153.772	63	0.07	0.02
Tubería 53-54	136.362	63	0.06	0.02
Tubería 53-55	185.598	75	1.13	0.26
Tubería 55-56	146.237	63	-0.07	0.02
Tubería 55-57	238.821	75	0.79	0.18
Tubería 57-58	213.166	63	0.10	0.03
Tubería 57-59	502.570	63	0.24	0.08
Tubería ED1-49	165.986	140	-14.10	0.92
Tubería DEP-ED	707.448	160	17.13	0.85
Tubería Bomba2-Dep	593.097	140	0.00	0.00
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	14.25	0.71
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-14.25	0.71
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	0.00	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	14.25	0.71
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	14.25	0.71
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-14.25	0.71
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	0.00	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	14.25	0.71
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31
Válvula 2-Reductora	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 4-Reductora	Sin Valor	110	5.18	0.55
Válvula 6-Reductora	Sin Valor	110	11.74	1.24
Válvula 7-Reductora	Sin Valor	110	11.53	1.21
Válvula 5-Reductora	Sin Valor	110	4.74	0.50
Válvula 8-Reductora	Sin Valor	110	2.22	0.23
Válvula 9-Reductora	Sin Valor	110	1.89	0.20
Válvula 10-Reductor.	Sin Valor	75	0.10	0.02
Válvula 11-Reductor.	Sin Valor	140	1.69	0.11
Válvula 12-Reductor.	Sin Valor	60	0.06	0.02
Válvula 13-Lim.Caud.	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 14-Reductor.	Sin Valor	160	14.25	0.71

NUDO 3


Esquema de la Red
Presión
20.00
30.00
40.00
50.00
m
Caudal
10.00
20.00
50.00
100.00
LPS
Dia 1, 12:00 AM
DEPOSITO
ARQUETA
Nudo8Valvula8
Nudo7Valvula7
Nudo6Valvula6
Nudo13Valvula13
Nudo10Valvula10
Nudo11Valvula11


Esquema de la Red
Presión
20.00
30.00
40.00
50.00
m
Caudal
10.00
20.00
50.00
100.00
LPS
Dia 1, 12:00 AM
DEPOSITO
Nudo8Valvula8
Nudo7Valvula7
Nudo6Valvula6
Nudo13Valvula13
Nudo10Valvula10
Nudo12Valvula12

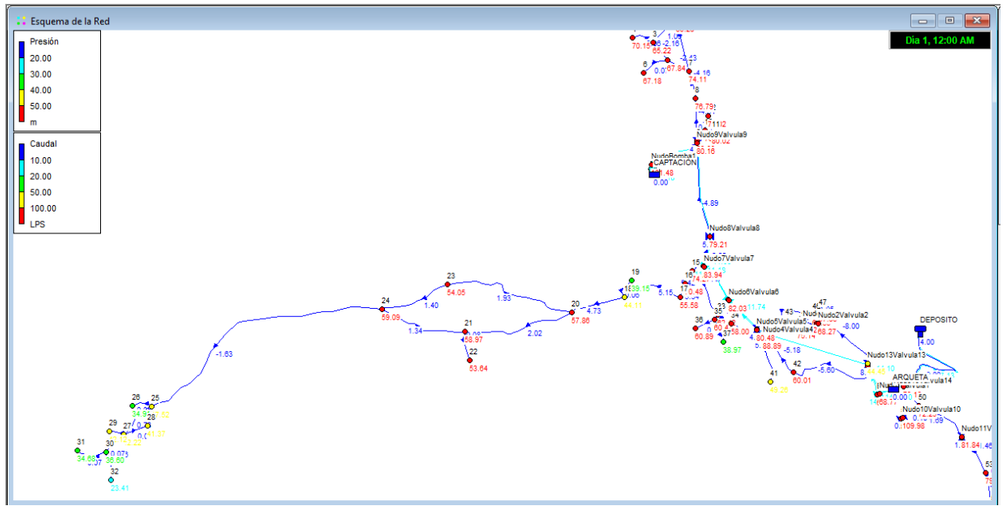

Esquema de la Red
Presión
20.00
30.00
40.00
50.00
m
Caudal
10.00
20.00
50.00
100.00
LPS
Dia 1, 12:00 AM
DEPOSITO
ARQUETA
Nudo8Valvula8
Nudo7Valvula7
Nudo6Valvula6
Nudo13Valvula13
Nudo10Valvula10

TABLA RED-NUDOS

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	148.610	0.081113196	222.81	74.20
Nudo 2	156.521	0.298782467	222.81	66.29
Nudo 4	152.265	0.057950387	222.41	70.15
Nudo 5	155.532	0.194413574	223.37	67.84
Nudo 6	156.189	0.074328566	223.37	67.18
Nudo 7	149.843	0.258225395	223.96	74.11
Nudo 9	148.631	0.404742782	228.63	80.00
Nudo 10	151.792	0.092058838	228.63	76.84
Nudo 12	151.606	0.038201693	228.63	77.02
Nudo 3	157.191	3.195915898	222.41	65.22
Nudo 8	148.605	0.179490327	225.40	76.79
Nudo 11	148.610	0.018529773	228.63	80.02
Nudo 13	152.997	0.321767557	232.20	79.21
Nudo 14	153.336	0.21655793	233.34	80.00
Nudo 15	158.791	0.205073442	233.06	74.27
Nudo 16	162.352	0.075454125	232.83	70.48
Nudo 17	177.024	0.19958356	232.60	55.58
Nudo 38	158.742	0.213842372	238.74	80.00
Nudo 33	170.586	0.188853552	233.01	62.42
Nudo 35	172.531	0.1227418	233.00	60.47
Nudo 36	172.112	0.050168631	233.00	60.89
Nudo 34	175	0.046642197	233.00	58.00
Nudo 39	162.259	0.212976996	242.26	80.00
Nudo 46	179.785	0.155438445	244.43	64.65

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 47	186.467	0.019161508	244.43	57.96
Nudo 42	194.507	0.416271345	254.52	60.01
Nudo 37	194.031	0.063433634	233.00	38.97
Nudo 48	176.331	0.250453118	244.60	68.27
Nudo 43	168.353	0.231024319	243.13	74.78
Nudo 45	168.709	0.025811071	243.85	75.14
Nudo 44	172.636	0.10550393	243.85	71.21
Nudo 49	202.494	0.508769506	258.87	56.37
Nudo 41	193.787	0.121293976	243.05	49.26
Nudo 40	163.057	0.314837908	243.06	80.00
Nudo 18	187.582	0.359823756	231.69	44.11
Nudo 19	192.535	0.0566945	231.69	39.15
Nudo 20	173.295	0.778023479	231.16	57.86
Nudo 22	175.640	0.080982868	229.28	53.64
Nudo 21	170.317	0.598112312	229.29	58.97
Nudo 24	168.581	1.104394215	227.67	59.09
Nudo 23	175.047	0.533295781	229.10	54.05
Nudo 25	178.905	0.847234664	226.43	47.52
Nudo 26	191.519	0.053446257	226.43	34.91
Nudo 28	184.954	0.064244984	226.32	41.37
Nudo 27	184.109	0.272025928	226.33	42.22
Nudo 29	184.210	0.040883128	226.33	42.12
Nudo 31	191.630	0.073569821	226.31	34.68
Nudo 30	189.713	0.209441557	226.31	36.60

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	202.896	0.07287553	226.31	23.41
Nudo 59	296.727	0.238177658234418	332.80	36.08
Nudo 57	275.397	0.45238305293048	332.87	57.48
Nudo 55	254.976	0.270444932521679	333.00	78.03
Nudo 53	253.584	0.26206366844727	333.20	79.61
Nudo 54	251.341	0.0646245932549927	331.34	80.00
Nudo 56	266.002	0.0693045470426539	333.00	67.00
Nudo 58	264.812	0.10102349661778	332.87	68.05
Nudo ED-1	190.983	0.149762786479496	259.76	68.77
Nudo NudoBomba1	152	0	253.48	101.48
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	259.76	68.77
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	243.85	71.21
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	244.60	68.27
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	251.94	88.89
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	240.78	82.03
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	237.28	83.94
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	242.74	80.48
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	232.20	79.21
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	228.80	80.16
Nudo ED	260	0.80024034509221	336.16	76.16
Nudo 52	253.584	0.233197713484975	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.281313325454583	336.00	72.25
Nudo 51	226.014	0.0990012826621399	306.01	80.00

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo NudoBomba2	245	0	373.09	128.09
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	259.76	68.77
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	243.85	71.21
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	244.60	68.27
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	251.94	88.89
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	240.78	82.03
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	237.28	83.94
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	242.74	80.48
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	232.20	79.21
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	228.80	80.16
Nudo ED	260	0.80024034509221	336.16	76.16
Nudo 52	253.584	0.233197713484975	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.281313325454583	336.00	72.25
Nudo 51	226.014	0.0990012826621399	306.01	80.00
Nudo Nudo10Valvula	226.014	0	335.99	109.98
Nudo Nudo11Valvula	253.584	0	335.42	81.84
Nudo Nudo12Valvula	251.341	0	333.19	81.85
Nudo Nudo13Valvula	202.494	0	246.94	44.45
Nudo Nudo14Valvula	240	0	335.73	95.73
Nudo Nudo15Valvula	240	0	260.00	20.00
Embalse CAPTACIÓN	151.85	Sin Valor	151.85	0.00
Embalse ARQUETA	245	Sin Valor	245.00	0.00
Depósito DEPOSITO	335	Sin Valor	339.00	4.00

TABLA RED-TUBERIAS

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1-2	171.154	63	-0.08	0.03
Tubería 2-3	172.756	63	1.09	0.35
Tubería 3-4	122.279	63	0.06	0.02
Tubería 3-5	118.360	63	-2.16	0.69
Tubería 5-6	156.838	63	0.07	0.02
Tubería 5-7	135.027	75	-2.43	0.55
Tubería 2-7	286.540	63	-1.47	0.47
Tubería 7-8	123.305	75	-4.16	0.94
Tubería 8-9	255.431	75	-4.34	0.98
Tubería 9-10	74.543	75	0.15	0.03
Tubería 10-11	39.099	63	0.02	0.01
Tubería 10-12	80.608	63	0.04	0.01
Tubería 9-13	524.059	90	-4.89	0.77
Tubería 13-14	154.891	90	-5.22	0.82
Tubería 14-15	74.079	110	6.10	0.64
Tubería 15-16	77.849	110	5.42	0.57
Tubería 16-17	81.364	110	5.34	0.56
Tubería 14-38	227.981	125	-11.53	0.94
Tubería 15-33	280.790	75	0.47	0.11
Tubería 33-35	19.285	75	0.24	0.05
Tubería 35-36	105.859	63	0.05	0.02
Tubería 33-34	98.418	63	0.05	0.01
Tubería 38-39	223.240	125	-11.74	0.96
Tubería 35-37	133.849	63	0.06	0.02
Tubería 46-47	40.432	63	0.02	0.01
Tubería 39-43	174.406	110	-7.21	0.76
Tubería 43-44	84.016	90	-5.67	0.89
Tubería 44-45	54.463	63	0.03	0.01
Tubería 43-46	229.054	63	-1.78	0.57
Tubería 46-48	58.449	75	-1.95	0.44
Tubería 44-48	84.141	90	-5.80	0.91
Tubería 49-48	385.832	110	-8.00	0.84
Tubería 49-42	521.718	90	-5.60	0.88
Tubería 39-40	51.749	90	-4.74	0.75
Tubería 40-41	255.938	63	0.12	0.04
Tubería 42-40	356.641	90	-5.18	0.81
Tubería 17-18	339.770	110	5.15	0.54
Tubería 18-19	119.629	63	0.06	0.02
Tubería 18-20	229.852	110	4.73	0.50
Tubería 20-21	609.921	75	2.02	0.46
Tubería 21-22	170.879	63	0.08	0.03
Tubería 21-24	481.255	63	1.34	0.43
Tubería 20-23	731.906	75	1.93	0.44
Tubería 23-24	393.382	63	1.40	0.45
Tubería 24-25	1455.705	90	-1.63	0.26
Tubería 25-26	112.775	63	0.05	0.02
Tubería 25-27	219.239	75	0.73	0.17
Tubería 27-28	135.561	63	0.06	0.02

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 27-29	86.266	63	0.04	0.01
Tubería 27-30	132.926	75	-0.36	0.08
Tubería 30-31	155.237	63	0.07	0.02
Tubería 30-32	153.772	63	0.07	0.02
Tubería 53-54	136.362	63	0.06	0.02
Tubería 53-55	185.598	75	1.13	0.26
Tubería 55-56	146.237	63	-0.07	0.02
Tubería 55-57	238.821	75	0.79	0.18
Tubería 57-58	213.166	63	0.10	0.03
Tubería 57-59	502.570	63	0.24	0.08
Tubería ED1-49	165.986	140	-14.10	0.92
Tubería DEP-ED	707.448	160	17.13	0.85
Tubería Bomba2-Dep	593.097	140	0.00	0.00
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	14.25	0.71
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-14.25	0.71
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	0.00	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	14.25	0.71
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	14.25	0.71
Tubería 50-51	208.889	63	0.10	0.03
Tubería ED-50	123.639	90	2.07	0.33
Tubería 52-53	231.011	75	1.46	0.33
Tubería 50-52	261.051	75	1.69	0.38
Tubería 1	85.222	160	-14.25	0.71
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	0.00	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	14.25	0.71
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	5.80	1.31
Válvula 2-Reductora	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 4-Reductora	Sin Valor	110	5.18	0.55
Válvula 6-Reductora	Sin Valor	110	11.74	1.24
Válvula 7-Reductora	Sin Valor	110	11.53	1.21
Válvula 5-Reductora	Sin Valor	110	4.74	0.50
Válvula 8-Reductora	Sin Valor	110	5.22	0.55
Válvula 9-Reductora	Sin Valor	110	4.89	0.51
Válvula 10-Reductor.	Sin Valor	75	0.10	0.02
Válvula 11-Reductor.	Sin Valor	140	1.69	0.11
Válvula 12-Reductor.	Sin Valor	60	0.06	0.02
Válvula 13-Lim.Caud.	Sin Valor	110	8.00	0.84
Válvula 14-Reductor.	Sin Valor	160	14.25	0.71

Los nudos 17 y 3 donde está colocados los hidrantes mantienen una presión superior a 10 metros tal como se aconseja en la Nota Técnica de Prevención 42 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

1.4. FUNCIONAMIENTO PARA CAUDAL MEDIO

Se tendrán que volver a establecer las demandas en cada nudo correspondientes a consumo medio.

$$Q_{unitario} = \frac{1{,}965/s}{14903{,}379\ m} = 0.00013185\ \frac{l}{s.m}$$

Qunitario	0.00013185			
BARRIOS	TRAMO	LONGITUD (M)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA/2 (L/s)
La Secada	1-2	171.154	0.022566534	0.011283267
	2-7	286.54	0.037780097	0.018890048
	2-3	172.756	0.022777757	0.011388878
	3-4	122.279	0.0161224	0.0080612
	3-5	118.36	0.015605682	0.007802841
	5-6	156.838	0.02067898	0.01033949
	5-7	135.027	0.017803215	0.008901607
	7-8	123.305	0.016257677	0.008128839
	8-9	255.431	0.033678397	0.016839199
	9-10	74.543	0.009828442	0.004914221
	10-11	39.099	0.005155176	0.002577588
	10-12	80.608	0.010628108	0.005314054
	9-13	524.059	0.069096809	0.034548405
	13-14	154.891	0.020422269	0.010211135
La Vega	14-15	74.079	0.009767264	0.004883632
	15-16	77.849	0.010264336	0.005132168
	16-17	81.364	0.010727786	0.005363893
	17-18	339.77	0.044798435	0.022399217
	18-19	119.629	0.015772999	0.0078865
	18-20	299.852	0.039535275	0.019767637
	20-21	609.921	0.080417653	0.040208827
	21-22	170.879	0.022530276	0.011265138
	21-24	481.255	0.063453132	0.031726566
	20-23	731.906	0.096501289	0.048250645
	23-24	393.382	0.051867139	0.025933569
Seldesuto	24-25	1455.705	0.191933677	0.095966838
	25-26	112.775	0.014869304	0.007434652
	25-27	219.239	0.028906507	0.014453254
	27-28	135.561	0.017873622	0.008936811
	27-29	86.266	0.011374111	0.005687056
	27-30	132.926	0.017526199	0.0087631
	30-31	155.237	0.020467889	0.010233944
	31-32	153.772	0.02027473	0.010137365

BARRIOS	TRAMO	LONGITUD (M)	DEMANDA (L/s)	DEMANDA/2 (L/s)
Matienzo Centro	15-33	280.79	0.037021963	0.018510982
	33-34	98.418	0.012976344	0.006488172
	33-35	19.285	0.002542714	0.001271357
	35-36	105.859	0.013957434	0.006978717
	35-37	133.849	0.017647896	0.008823948
	14-38	227.981	0.030059134	0.015029567
El Sedo	38-39	223.24	0.029434036	0.014717018
	39-40	51.749	0.006823069	0.003411535
	40-41	255.938	0.033745245	0.016872622
	40-42	356.641	0.047022864	0.023511432
	42-49	521.718	0.06878815	0.034394075
	39-43	174.406	0.022995308	0.011497654
	43-44	84.016	0.01107745	0.005538725
	44-45	54.463	0.007180908	0.003590454
	44-48	84.141	0.011093931	0.005546966
	43-46	229.054	0.030200608	0.015100304
	46-47	40.432	0.005330931	0.002665465
	46-48	58.499	0.007713052	0.003856526
	48-49	385.832	0.050871677	0.025435838
	49-ED1	165.986	0.021885137	0.010942568
	DEP-ED	707.448	0.093276519	0.04663826
	ED-ED1	150.023	0.019780427	0.009890213
	ED-50	123.639	0.016301715	0.008150857
Ozana	50-51	208.899	0.027543186	0.013771593
	51-52	261.051	0.03441939	0.017209695
	52-53	231.011	0.030458637	0.015229319
	53-54	136.362	0.017979233	0.008989617
	53-55	185.598	0.024470965	0.012235483
	55-56	146.237	0.019281245	0.009640623
	55-57	238.821	0.03148838	0.01574419
	57-58	213.166	0.028105787	0.014052893
	57-59	502.57	0.0662635	0.03313175

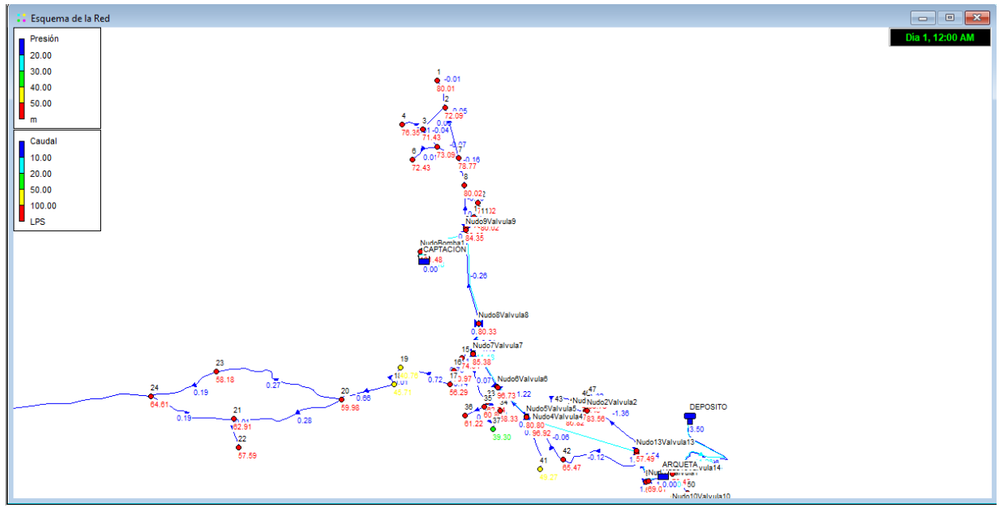
Tabla: Distribución de caudales para consumo medio

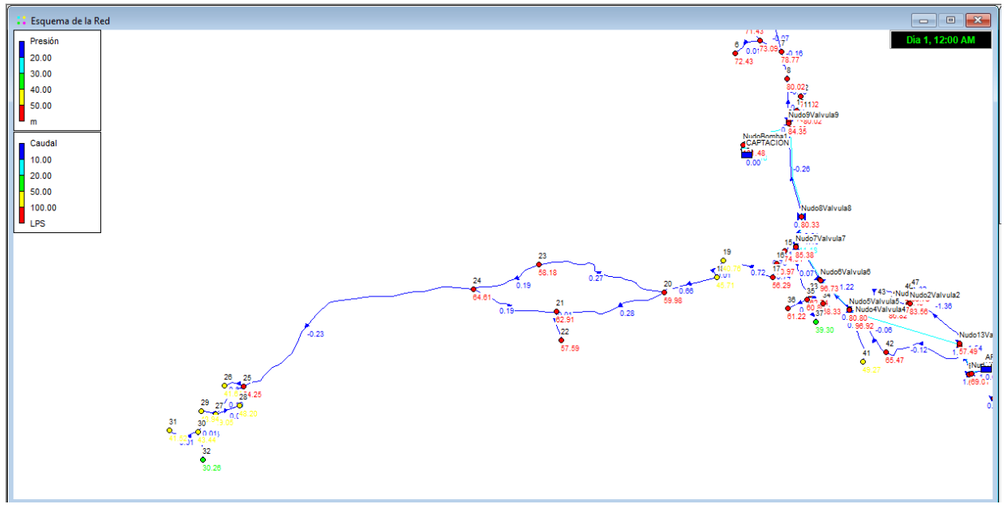
Las demandas en cada nudo para consumo medio son:

NUDO	DEMANDA (L/s)
1	0.011283267
2	0.041562194
3	0.027252919
4	0.0080612
5	0.027043938
6	0.01033949
7	0.035920494
8	0.024968037
9	0.056301824
10	0.012805863
11	0.002577588
12	0.005314054
13	0.044759539
14	0.030124333
15	0.028526781
16	0.010496061
17	0.02776311
18	0.050053354
19	0.0078865
20	0.108227109
21	0.08320053
22	0.011265138
23	0.074184214
24	0.153626974
25	0.117854744
26	0.007434652
27	0.03784022
28	0.008936811
29	0.005687056
30	0.029134409
31	0.010233944
32	0.010137365
33	0.02627051
34	0.006488172
35	0.017074022
36	0.006978717
37	0.008823948
38	0.029746585

NUDO	DEMANDA (L/s)
39	0.029626207
40	0.043795589
41	0.016872622
42	0.057905507
43	0.032136683
44	0.014676145
45	0.003590454
46	0.021622295
47	0.002665465
48	0.03483933
49	0.070772482
ED	0.11131759
ED1	0.020832782
50	0.039132145
51	0.013771593
52	0.032439014
53	0.036454418
54	0.008989617
55	0.037620295
56	0.009640623
57	0.062928833
58	0.014052893
59	0.03313175

Tabla: Demandas en cada nudo para consumo medio





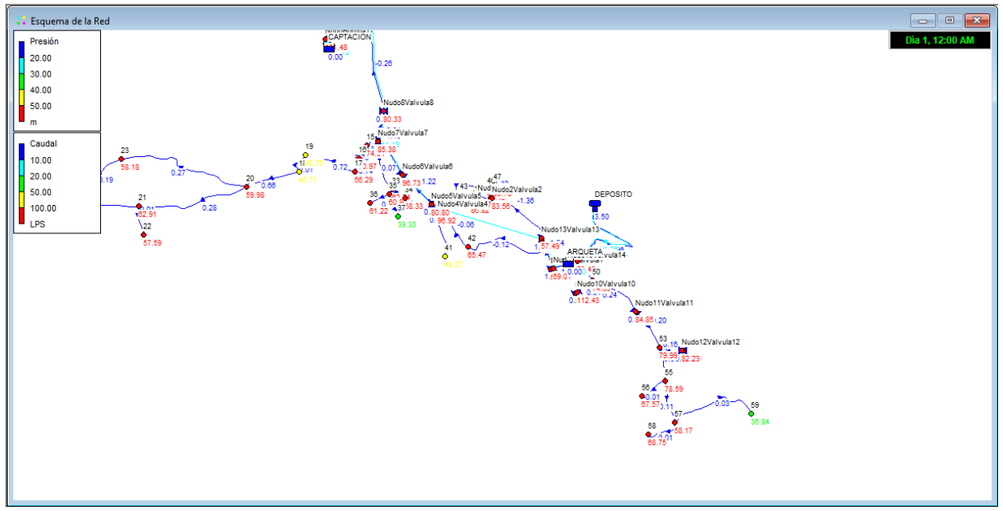


TABLA RED-NUDOS

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	148.610	0.0112832670362875	228.62	80.01
Nudo 2	156.521	0.0415621937145932	228.62	72.10
Nudo 4	152.265	0.00806119991312038	228.62	76.35
Nudo 5	155.532	0.0270439383243223	228.62	73.08
Nudo 6	156.189	0.0103394897895303	228.62	72.43
Nudo 7	149.843	0.0359204942718024	228.62	78.77
Nudo 9	148.631	0.0563018240695617	228.63	80.00
Nudo 10	151.792	0.012805862683892	228.63	76.84
Nudo 12	151.606	0.00531405394709482	228.63	77.02
Nudo 3	157.191	0.0272529194553799	228.62	71.43
Nudo 8	148.605	0.0249680371142679	228.62	80.02
Nudo 11	148.610	0.00257758777388671	228.63	80.02
Nudo 13	152.997	0.0447595390951274	233.00	80.00
Nudo 14	153.336	0.0301243333810406	233.34	80.00
Nudo 15	158.791	0.0285267814097729	233.33	74.54
Nudo 16	162.352	0.0104960608262059	233.32	70.97
Nudo 17	177.024	0.0277631102986779	233.32	56.29
Nudo 38	158.742	0.0297465851536085	238.74	80.00
Nudo 33	170.586	0.0262705103654681	233.33	62.74
Nudo 35	172.531	0.0170740221059936	233.33	60.80
Nudo 36	172.112	0.00697871720903025	233.33	61.22
Nudo 34	175	0.00648817191054458	233.33	58.33
Nudo 39	162.259	0.0296262067481475	255.49	93.23
Nudo 46	179.785	0.0216222953532887	256.25	76.46

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 47	186.467	0.00266546532836614	256.25	69.78
Nudo 42	194.507	0.0579055070330024	259.98	65.47
Nudo 37	194.031	0.00882394807915709	233.33	39.30
Nudo 48	176.331	0.0348393300606527	256.33	80.00
Nudo 43	168.353	0.0321366832313665	255.53	87.17
Nudo 45	168.709	0.00359045405072232	255.53	86.82
Nudo 44	172.636	0.014676144919887	255.53	82.89
Nudo 49	202.494	0.0707724818646832	259.98	57.49
Nudo 41	193.787	0.0168726223093434	243.06	49.27
Nudo 40	163.057	0.0437955889063816	243.06	80.00
Nudo 18	187.582	0.0500533541755866	233.29	45.71
Nudo 19	192.535	0.00788649959851387	233.29	40.76
Nudo 20	173.295	0.108227108597319	233.28	59.98
Nudo 22	175.640	0.0112651377583567	233.23	57.59
Nudo 21	170.317	0.083200530396496	233.23	62.91
Nudo 24	168.581	0.153626973788964	233.19	64.61
Nudo 23	175.047	0.0741842141973307	233.23	58.18
Nudo 25	178.905	0.117854744048313	233.16	54.25
Nudo 26	191.519	0.00743465206782972	233.16	41.64
Nudo 28	184.954	0.00893681107485759	233.15	48.20
Nudo 27	184.109	0.0378402199930633	233.15	49.05
Nudo 29	184.210	0.00568705559994147	233.15	48.94
Nudo 31	191.630	0.0102339444296491	233.15	41.52
Nudo 30	189.713	0.0291344088813685	233.15	43.44

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	202.896	0.0101373648217629	233.15	30.26
Nudo 59	296.727	0.0331317498535064	333.56	36.84
Nudo 57	275.397	0.0629288332867332	333.57	58.17
Nudo 55	254.976	0.0376202953706002	333.57	78.59
Nudo 53	253.584	0.0364544179880281	333.57	79.99
Nudo 54	251.341	0.00898961671712167	331.34	80.00
Nudo 56	266.002	0.00964062260645724	333.57	67.57
Nudo 58	264.812	0.0140528933069474	333.57	68.75
Nudo ED-1	190.983	0.0208327817805613	260.00	69.01
Nudo NudoBomba1	152	0	253.48	101.48
Nudo NudoBomba2	245	0	340.60	95.60
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	260.00	69.01
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	256.33	83.70
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	259.89	83.56
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	259.98	96.92
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	255.47	96.73
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	238.72	85.38
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	243.06	80.80
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	233.33	80.33
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	232.98	84.35
Nudo ED	260	0.111317590125031	338.45	78.45
Nudo 52	253.584	0.0324390136626063	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.0391321453007402	338.44	74.69
Nudo 51	226.014	0.0137715928381074	306.01	80.00

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo NudoBomba2	245	0	340.60	95.60
Nudo Nudo1Valvula1	190.983	0	260.00	69.01
Nudo Nudo3Valvula3	172.636	0	256.33	83.70
Nudo Nudo2Valvula2	176.331	0	259.89	83.56
Nudo Nudo4Valvula4	163.057	0	259.98	96.92
Nudo Nudo6Valvula6	158.742	0	255.47	96.73
Nudo Nudo7Valvula7	153.336	0	238.72	85.38
Nudo Nudo5Valvula5	162.259	0	243.06	80.80
Nudo Nudo8Valvula8	152.997	0	233.33	80.33
Nudo Nudo9Valvula9	148.631	0	232.98	84.35
Nudo ED	260	0.111317590125031	338.45	78.45
Nudo 52	253.584	0.0324390136626063	333.58	80.00
Nudo 50	263.752	0.0391321453007402	338.44	74.69
Nudo 51	226.014	0.0137715928381074	306.01	80.00
Nudo Nudo10Valvula	226.014	0	338.44	112.43
Nudo Nudo11Valvula	253.584	0	338.43	84.85
Nudo Nudo12Valvula	251.341	0	333.57	82.23
Nudo Nudo13Valvula	202.494	0	259.98	57.49
Nudo Nudo14Valvula	240	0	338.44	98.44
Nudo Nudo15Valvula	240	0	260.00	20.00
Embalse CAPTACIÓN	151.85	Sin Valor	151.85	0.00
Embalse ARQUETA	245	Sin Valor	245.00	0.00
Depósito DEPOSITO	335	Sin Valor	338.50	3.50

TABLA RED-TUBERIAS

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 1-2	171.154	63	-0.01	0.00
Tubería 2-3	172.756	63	-0.01	0.00
Tubería 3-4	122.279	63	0.01	0.00
Tubería 3-5	118.360	63	-0.04	0.01
Tubería 5-6	156.838	63	0.01	0.00
Tubería 5-7	135.027	75	-0.08	0.02
Tubería 2-7	286.540	63	-0.04	0.01
Tubería 7-8	123.305	75	-0.16	0.04
Tubería 8-9	255.431	75	-0.19	0.04
Tubería 9-10	74.543	75	0.02	0.00
Tubería 10-11	39.099	63	0.00	0.00
Tubería 10-12	80.608	63	0.01	0.00
Tubería 9-13	524.059	90	-0.26	0.04
Tubería 13-14	154.891	90	-0.31	0.05
Tubería 14-15	74.079	110	0.85	0.09
Tubería 15-16	77.849	110	0.75	0.08
Tubería 16-17	81.364	110	0.74	0.08
Tubería 14-38	227.981	125	-1.19	0.10
Tubería 15-33	280.790	75	0.07	0.01
Tubería 33-35	19.285	75	0.03	0.01
Tubería 35-36	105.859	63	0.01	0.00
Tubería 33-34	98.418	63	0.01	0.00
Tubería 38-39	223.240	125	-1.22	0.10
Tubería 35-37	133.849	63	0.01	0.00

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 46-47	40.432	63	0.00	0.00
Tubería 39-43	174.406	110	-1.25	0.13
Tubería 43-44	84.016	90	0.02	0.00
Tubería 44-45	54.463	63	0.00	0.00
Tubería 43-46	229.054	63	-1.30	0.42
Tubería 46-48	58.449	75	-1.32	0.30
Tubería 44-48	84.141	90	0.00	0.00
Tubería 49-48	385.832	110	-1.36	0.14
Tubería 49-42	521.718	90	-0.12	0.02
Tubería 39-40	51.749	90	0.00	0.00
Tubería 40-41	255.938	63	0.02	0.01
Tubería 42-40	356.641	90	-0.06	0.01
Tubería 17-18	339.770	110	0.72	0.08
Tubería 18-19	119.629	63	0.01	0.00
Tubería 18-20	229.852	110	0.66	0.07
Tubería 20-21	609.921	75	0.28	0.06
Tubería 21-22	170.879	63	0.01	0.00
Tubería 21-24	481.255	63	0.19	0.06
Tubería 20-23	731.906	75	0.27	0.06
Tubería 23-24	393.382	63	0.19	0.06
Tubería 24-25	1455.705	90	-0.23	0.04
Tubería 25-26	112.775	63	0.01	0.00
Tubería 25-27	219.239	75	0.10	0.02
Tubería 27-28	135.561	63	0.01	0.00
Tubería 27-29	86.266	63	0.01	0.00
Tubería 27-30	132.926	75	-0.05	0.01
Tubería 30-31	155.237	63	0.01	0.00
Tubería 30-32	153.772	63	0.01	0.00
Tubería 53-54	136.362	63	0.01	0.00
Tubería 53-55	185.598	75	0.16	0.04
Tubería 55-56	146.237	63	-0.01	0.00
Tubería 55-57	238.821	75	0.11	0.02
Tubería 57-58	213.166	63	0.01	0.00
Tubería 57-59	502.570	63	0.03	0.01
Tubería ED1-49	165.986	140	-1.54	0.10
Tubería DEP-ED	707.448	160	1.96	0.10
Tubería Bomba2-Dep	593.097	140	11.26	0.73
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	1.57	0.08
Tubería 50-51	208.889	63	0.01	0.00
Tubería ED-50	123.639	90	0.29	0.05
Tubería 52-53	231.011	75	0.20	0.05
Tubería 50-52	261.051	75	0.24	0.05
Tubería 1	85.222	160	-1.57	0.08
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	11.26	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	1.57	0.08
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	0.00	0.00

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140	11.18	0.73
Tubería ED-ED1	150.023	160	1.57	0.08
Tubería 50-51	208.889	63	0.01	0.00
Tubería ED-50	123.639	90	0.29	0.05
Tubería 52-53	231.011	75	0.20	0.05
Tubería 50-52	261.051	75	0.24	0.05
Tubería 1	85.222	160	-1.57	0.08
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor	11.18	0.00
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor	11.26	0.00
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160	1.57	0.08
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75	0.00	0.00
Válvula 2-Reductora	Sin Valor	110	1.36	0.14
Válvula 4-Reductora	Sin Valor	110	0.06	0.01
Válvula 6-Reductora	Sin Valor	110	1.22	0.13
Válvula 7-Reductora	Sin Valor	110	1.19	0.12
Válvula 5-Reductora	Sin Valor	110	0.00	0.00
Válvula 8-Reductora	Sin Valor	110	0.31	0.03
Válvula 9-Reductora	Sin Valor	110	0.26	0.03
Válvula 10-Reductor.	Sin Valor	75	0.01	0.00
Válvula 11-Reductor.	Sin Valor	140	0.24	0.02
Válvula 12-Reductor.	Sin Valor	60	0.01	0.00
Válvula 13-Lim.Caud.	Sin Valor	110	1.36	0.14
Válvula 14-Reductor.	Sin Valor	160	1.57	0.08

2. CARATERÍSTICAS FINALES DE LA RED

Todas las tuberías estarán con una presión nominal de 25.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm
Tubería 1-2	171.154	63
Tubería 2-3	172.756	63
Tubería 3-4	122.279	63
Tubería 3-5	118.360	63
Tubería 5-6	156.838	63
Tubería 5-7	135.027	75
Tubería 2-7	286.540	63
Tubería 7-8	123.305	75
Tubería 8-9	255.431	75
Tubería 9-10	74.543	75
Tubería 10-11	39.099	63
Tubería 10-12	80.608	63
Tubería 9-13	524.059	90
Tubería 13-14	154.891	90
Tubería 14-15	74.079	110
Tubería 15-16	77.849	110
Tubería 16-17	81.364	110
Tubería 14-38	227.981	125
Tubería 15-33	280.790	75
Tubería 33-35	19.285	75
Tubería 35-36	105.859	63
Tubería 33-34	98.418	63
Tubería 38-39	223.240	125
Tubería 35-37	133.849	63

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm
Tubería 46-47	40.432	63
Tubería 39-43	174.406	110
Tubería 43-44	84.016	90
Tubería 44-45	54.463	63
Tubería 43-46	229.054	63
Tubería 46-48	58.449	75
Tubería 44-48	84.141	90
Tubería 49-48	385.832	110
Tubería 49-42	521.718	90
Tubería 39-40	51.749	90
Tubería 40-41	255.938	63
Tubería 42-40	356.641	90
Tubería 17-18	339.770	110
Tubería 18-19	119.629	63
Tubería 18-20	229.852	110
Tubería 20-21	609.921	75
Tubería 21-22	170.879	63
Tubería 21-24	481.255	63
Tubería 20-23	731.906	75
Tubería 23-24	393.382	63
Tubería 24-25	1455.705	90
Tubería 25-26	112.775	63
Tubería 25-27	219.239	75
Tubería 27-28	135.561	63

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm
Tubería 27-29	86.266	63
Tubería 27-30	132.926	75
Tubería 30-31	155.237	63
Tubería 30-32	153.772	63
Tubería 53-54	136.362	63
Tubería 53-55	185.598	75
Tubería 55-56	146.237	63
Tubería 55-57	238.821	75
Tubería 57-58	213.166	63
Tubería 57-59	502.570	63
Tubería ED1-49	165.986	140
Tubería DEP-ED	707.448	160
Tubería Bomba2-Dep	593.097	140
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140
Tubería ED-ED1	150.023	160
Tubería 50-51	208.889	63
Tubería ED-50	123.639	90
Tubería 52-53	231.011	75
Tubería 50-52	261.051	75
Tubería 1	85.222	160
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm
Tubería Bomba1-Arqu	2430.799	140
Tubería ED-ED1	150.023	160
Tubería 50-51	208.889	63
Tubería ED-50	123.639	90
Tubería 52-53	231.011	75
Tubería 50-52	261.051	75
Tubería 1	85.222	160
Bomba Bomba1	Sin Valor	Sin Valor
Bomba Bomba2	Sin Valor	Sin Valor
Válvula 1-Reductora	Sin Valor	160
Válvula 3-Reductora	Sin Valor	75
Válvula 2-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 4-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 6-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 7-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 5-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 8-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 9-Reductora	Sin Valor	110
Válvula 10-Reductor	Sin Valor	75
Válvula 11-Reductor	Sin Valor	140
Válvula 12-Reductor	Sin Valor	60
Válvula 13-Lim.Caud	Sin Valor	110
Válvula 14-Reductor	Sin Valor	160

ANEJO Nº6 – INFORME DE CÁLCULO MECÁNICO DE TUBERÍAS

Contenido

1. Desarrollo 2

2. Hojas de cálculo obtenidas..... 4

1. DESARROLLO

En el siguiente anejo se desarrolla un resumen del método ATV, elaborado por la Asociación Técnica para el Saneamiento de Alemania (Abwasser Teschnische Verein), desarrollado en la norma ATV 127:2000. En España, está recogido íntegramente en la norma UNE 53331:1997 IN, para desarrollar un informe de cálculo mecánico de las tuberías que definen la red de abastecimiento, objeto de estudio del proyecto. No se ha realizado la hoja de cálculo.

Las tuberías consideradas en este proyecto son de polietileno de alta densidad. Para el cálculo mecánico de las tuberías enterradas, el comportamiento de dicho material es generalmente flexible. Sólo en algunos casos se comporta como semirrígido, dicho comportamiento no depende sólo de la tubería sino del binomio tubo-terreno.

Considerando para este caso el comportamiento flexible, se comprobaría que la deformación vertical del diámetro causada por la acción tanto de cargas externas (terreno, tráfico) como internas (presión interna más golpe de ariete), es inferior a un valor del 6%.

La presión interior, la acción del terreno y las acciones debidas al tráfico son las más determinantes y, la hipótesis pésima de carga, se suele producir por la combinación de ellas.

Otras acciones, serían por ejemplo: acciones térmicas, nieve, debidas al nivel freático, geológicas, sísmicas, etc., que no se considerarán.

Los métodos habituales para el dimensionamiento de tuberías enterradas en España, se recoge en la siguiente tabla:

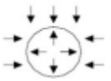
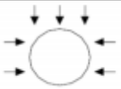
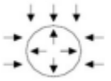
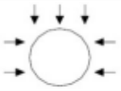
Solicitaciones	Materiales de la tubería				
	Acero	Fundición	PVC y PE	PRFV	Hormigón
Estado tensional por la presión interna	Formula de tubos delgados		DP < PN	DP < PN	IET07
Estado tensional por la carga combinada 	-	-	ATV 127	M45 o ATV 127	IET07
Estado tensional por acciones externas 	-	-	ATV 127	M45 o ATV 127	IET07
Deformación por la carga combinada 	-	-	ATV 127	M45 o ATV 127	-
Deformación por las acciones externas 	Spangler	Spangler o F-70	ATV 127	Spangler o ATV 127	-
Pandeo o colapso	Luscher	F-70	ATV 127	Luscher	-
Normativa	**M11**	**F-70 o UNE 545**	**ATV 127 o UNE 53331**	**M45**	**IET07**

Tabla: Solicitaciones tubería enterrada y métodos habituales de cálculo

En el caso de materiales plásticos se ha de comprobar, de acuerdo con las recomendaciones técnicas establecidas por el CEDEX (2003), las hipótesis pésimas de carga y las solicitaciones condicionantes, con instalación en zanja son:

- Presión interna positiva
- Acciones externas y presión positiva
- Acciones externas
- Acciones externas y presión negativa.

Se calcularía para la hipótesis de actuación de acción externa con presión interna positiva, por ser esta hipótesis la actuante en situación normal de funcionamiento. La presión interna se tomará igual a 125 mca, que es la máxima estática.

El método ATV se basa en el cálculo de los momentos en la pared del tubo teniendo en cuenta de la forma más precisa posible la influencia de las deformabilidades del terreno y del tubo, considerando.

Se emplearía un programa de cálculo desarrollado por IngSoft en colaboración con AseTUB, que está basado en la aplicación del método ATV.

Para la carga de tráfico se aplicaría la fórmula de Bussinesq. Se escogerá un vehículo tipo CV 12.

- **pf**: cargas de tráfico según la norma DIN 1072
- **af**: coeficiente de corrección para cargas de tráfico
- **ϕ**: coeficiente de impacto.

Vehículo tipo	φ
HGV 60	1,2
HGV 30	1,4
CV 12	1,5

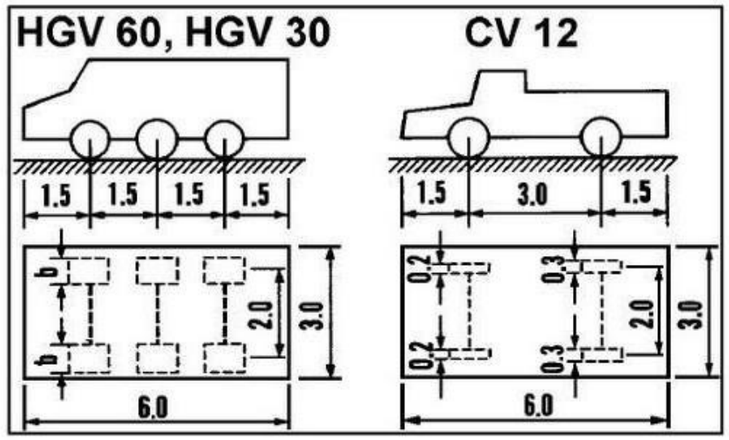
Tabla 13: Coeficiente de impacto para diferentes tipos de vehículo pesado

Para el cálculo de **pf** recurrimos a la fórmula:

$$p_F = \frac{F_A}{r_A^2.\pi}\left\{1-\left[\frac{1}{1+\left(\frac{r_A}{h}\right)^2}\right]^{\frac{3}{2}}\right\}+\frac{3.F_E}{2.\pi.h^2}\left[\frac{1}{1+\left(\frac{r_E}{h}\right)^2}\right]^{\frac{5}{2}}$$

siendo h la altura del relleno(m), Fa y Fe, fuerzas auxiliares(kN) y ra y re, radios auxiliares (m).

Vehículo tipo	F_A kN	F_E kN	r_A m	r_E m
HGV 60	100	500	0,25	1,82
HGV 30	50	250	0,18	1,82
CV 12	40	80	0,15	2,26



Aplicada esta fórmula al caso concreto:

Altura de relleno 1 metro (desde la clave superior de la tubería)

- Fa=40 kN;
- Fe=80 kN;
- ra=0,15 m;
- re=2,26 m

Se obtiene Pf=18,98 kN/m2

Para el cálculo de **af**:

$$a_F = 1 - \frac{0{,}9}{0{,}9 + \frac{4h^2 + h^6}{1{,}1 d_m^{\frac{2}{3}}}}$$

$d_{m,} = 0{,}5.(d_{e,} + d_{i,})$

- dm: es el diámetro medio
- de: es el diámetro exterior
- di: es el diámetro interior

En la red de distribución, que es donde calcularemos la carga de tráfico, existen los siguientes diámetros en mm exteriores:

- 63 mm → dm = 58.7 mm→ af = 0,9710
- 75 mm → dm = 69.85 mm→ af = 0,9675
- 90 mm → dm = 83.85 mm→ af = 0,9635
- 110 mm → dm = 102.45 mm→ af = 0,9584
- 140 mm → dm = 130.4 mm→ af = 0,9516
- 160 mm → dm = 149.05 mm→ af = 0,9473

La carga de tráfico se calcularía:

$$P_V = \varphi \times \rho = \varphi \times (a_f \times p_f)$$

- 63 mm → P_V = 27,644 kN / m2
- 75 mm → P_V = 27,545 kN / m2
- 90 mm → P_V = 27,431 kN / m2
- 110 mm → P_V = 27,286 kN / m2
- 140 mm → P_V = 27,092 kN / m2
- 160 mm → P_V = 26.970 kN / m2

2. HOJAS DE CÁLCULO OBTENIDAS

A continuación se presentan las hojas de cálculo completo obtenidas para la hipótesis de actuación de la acción del tráfico y tierras y una presión interna igual a 125 metros de columna de agua

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	5
Fecha:	15/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 140 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 4

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 9

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 12
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 140 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 140 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

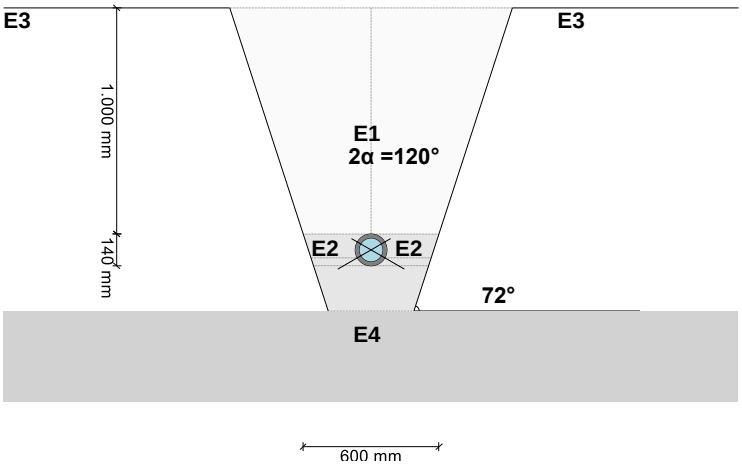
1.1.4. Instalación

Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 100
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 7,4)
Diámetro nominal:	DN 140 (19,2 mm)
Fabricante:	MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	101,6	mm
Diámetro exterior:	d_a	140,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	60,4	mm
Wall thickness:	s	19,2	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	3,146	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,106	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,894	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	19,2	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	19,2	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	9,6	mm
Momento de inercia:	I	589,8	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	61,4	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	61,4	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	200,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	60,4	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,106	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,894	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

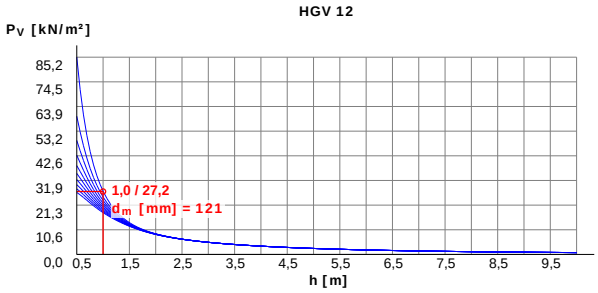
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,17	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,950 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667$$ Corrección (6.18)

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	9,117	N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2$$ (6.16)

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	16,000	N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a}$$ (6.12)

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26$$ (6.05)

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	1.200,0	776,0	200,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	23,0	20,7	17,5	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	23,0	20,7	17,5	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	3.212,128	2.077,174	535,355	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3}$$ (6.10a)

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,3523	0,2278	0,0587	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}}$$ (6.15)

Relación de rigidez	V_S	2,2684	1,5755	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}}$$ (6.08a)

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K*	0,220	0,311	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,089	-0,082	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,733	1,733	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} \right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,792	0,774	---	[-]

$$K' = - \frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,297	1,181	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,297	1,181	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,289	0,289	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,297	1,181	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,901	0,940	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:			I/(A·rm²)	0,00842	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,00842	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1034	0,0854	0,0676	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0944	-0,0968	-0,0758	[-]

	corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo	largo plazo otro

			cargas de tráfico	Cargas	
Carga vertical total	q_v	53,11	50,79	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,77	8,08	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	9,95	13,21	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,07	0,24	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,051	0,048	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,007	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,007	-0,009	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,037	0,037	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m

$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$

Momentos totales	ΣM	0,074	0,070	kNm/m

$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$

Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,038	0,033	kNm/m

$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$

Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,037	0,033	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,087	0,083	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,469	-0,488	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,347	-0,460	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,003	-0,008	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,023	0,023	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	61,524	61,382	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,706	-0,848	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,727	-0,863	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,051	-0,049	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,008	0,010	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m

Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,037	0,037	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	-0,001	0,005	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,037	-0,032	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,037	-0,032	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,208	-3,068	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,017	-0,017	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,008	0,008	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	59,013	59,153	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,217	-3,077	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,225	-3,085	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,053	0,051	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,007	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,007	-0,009	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,037	0,037	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,077	0,072	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,040	0,036	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,040	0,035	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,087	-0,083	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,469	-0,488	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,347	-0,460	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,003	-0,008	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,050	0,050	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	61,372	61,238	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,858	-0,992	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,905	-1,034	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,19	[-]
Relación de deflexión:	η	0,26	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,25	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,639	-0,841	0,684	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	35,999	---	33,612	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	27,338	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,241	3,241	3,241	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	7,096	7,096	7,096	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,938	0,924	0,935	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,638	2,218	3,669	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,321	10,368	6,268	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,583	0,377	-0,634	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	60,992	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	39,451	---	36,281	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,241	3,241	3,241	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	7,096	7,096	7,096	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,942	0,963	0,938	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,504	3,483	2,446	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	9,185	6,604	9,404	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	23,00	23,00	23,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:	I/(A·rm²)	0,00842	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κQ	0,00842	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1034	0,0854	0,0676	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0944	-0,0968	-0,0758	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,16	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,13	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,13	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,11	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	10.831,6	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	203,94	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,87	[-]
Relación de deflexión:	η	0,38	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,25	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \quad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,546	-0,742	0,590	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	37,854	---	35,053	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	27,862	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,241	3,241	3,241	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,399	5,399	5,399	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,905	0,872	0,896	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	3,428	2,181	3,432	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,238	7,594	5,241	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	17,96	16,56	17,99	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	17,96	16,56	17,99	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,521	0,310	-0,570	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	66,702	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	39,652	---	36,257	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	3,241	3,241	3,241	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,399	5,399	5,399	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,909	0,944	0,900	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,473	3,353	2,404	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,832	5,302	6,999	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	16,89	17,78	16,82	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	16,89	17,78	16,82	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,00842 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,00842 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1034	0,0854	0,0676	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0944	-0,0968	-0,0758	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,21	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,17	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,18	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	50,79	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	7.939,6	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\, V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	156,33	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 63 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 63 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 63 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

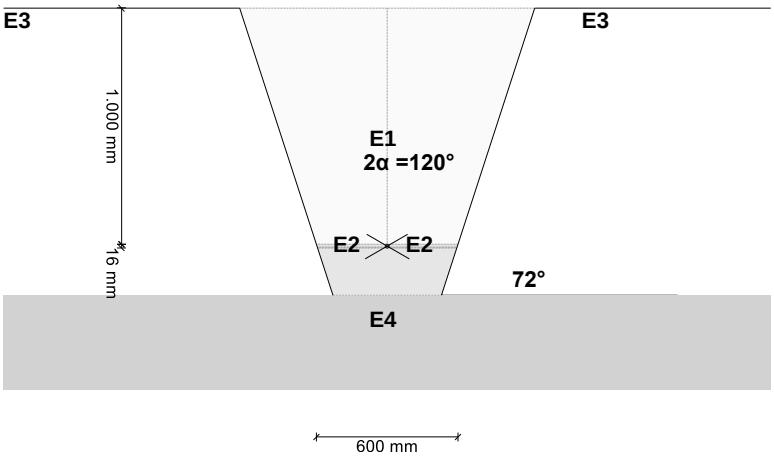
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 16 (e = 3,0 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	10,0	mm
Diámetro exterior:	d_a	16,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	6,5	mm
Wall thickness:	s	3,0	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,167	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,154	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,846	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	3,0	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	3,0	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	1,5	mm
Momento de inercia:	I	2,3	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	1,5	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	1,5	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	6,5	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,154	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,846	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

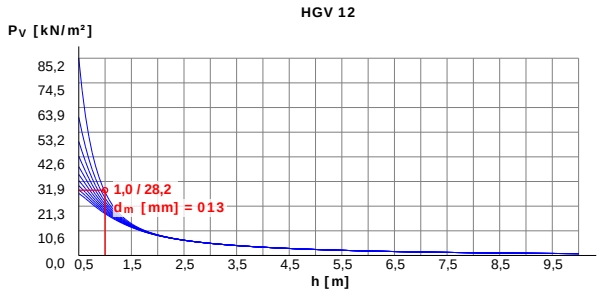
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	28,18	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 9,600 N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000 °
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667 °

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	534,3	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	6.554,392	4.377,570	1.310,878	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,6827	0,4560	0,1365	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	3,7342	2,5856	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]	
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,130	0,185	---	[-]	

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,110	-0,106	---	[-]	

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	2,119	2,119	---	[-]	

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,704	0,689	---	[-]	

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,579	1,430	---	[-]	

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,579	1,430	---	[-]	

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]	
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,034	0,034	---	[-]	
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,579	1,430	---	[-]	
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,807	0,857	---	[-]	

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,01775	[-]	
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κQ	0,01775	[-]	

		q_v	q_h	q_h^*		
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]	

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1190	0,0876	0,0715	[-]	

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,1002	-0,1119	-0,0870	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	59,75	56,77	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	6,52	6,92	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	6,83	9,05	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,00	0,01	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,001	0,001	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,001	0,000	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,001	0,000	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,010	0,010	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,042	-0,045	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,026	-0,034	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	6,093	6,081	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,057	-0,069	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,057	-0,069	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,001	0,000	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,001	0,000	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,388	-0,369	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	5,761	5,781	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,389	-0,369	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,389	-0,369	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,001	0,001	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,001	0,001	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,001	0,001	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,010	-0,010	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,042	-0,045	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,026	-0,034	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	6,072	6,062	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,078	-0,088	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,079	-0,089	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,12	[-]
Relación de deflexión:	η	0,16	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,395	-0,546	0,416	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	53,119	---	50,495	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	38,474	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,050	2,050	2,050	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	10,244	10,244	10,244	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,945	0,935	0,944	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,311	1,406	2,328	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	9,086	14,940	9,022	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,323	0,176	-0,350	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	119,482	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	65,021	---	59,995	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,050	2,050	2,050	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	10,244	10,244	10,244	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,953	0,973	0,948	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,645	2,165	1,612	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	12,764	9,700	13,027	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:	I/(A·rm²)	0,01775	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,01775	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1190	0,0876	0,0715	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,1002	-0,1119	-0,0870	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,01	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,01	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,09	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	59,75	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	19.471,6	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\, V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	325,88	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,41	[-]
Relación de deflexión:	η	0,23	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,350	-0,495	0,369	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	51,709	---	48,975	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	36,522	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,050	2,050	2,050	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	6,829	6,829	6,829	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,921	0,893	0,916	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,210	1,388	2,216	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,604	9,148	6,600	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,60	12,70	14,63	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,60	12,70	14,63	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,296	0,150	-0,322	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	120,639	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	61,068	---	56,192	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,050	2,050	2,050	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	6,829	6,829	6,829	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,932	0,954	0,927	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,635	2,098	1,602	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	8,139	6,806	8,264	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,31	14,28	13,24	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,31	14,28	13,24	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:				lineal		
Relación:				I/(A·rm²)	0,01775	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':				I/(A·rm²)·κ_Q	0,01775	[-]

		q_v	q_h	q_h^*		
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]	

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1190	0,0876	0,0715	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,1002	-0,1119	-0,0870	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,02	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,01	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,13	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	56,77	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.938,5	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	245,51	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 75 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 75 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 75 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

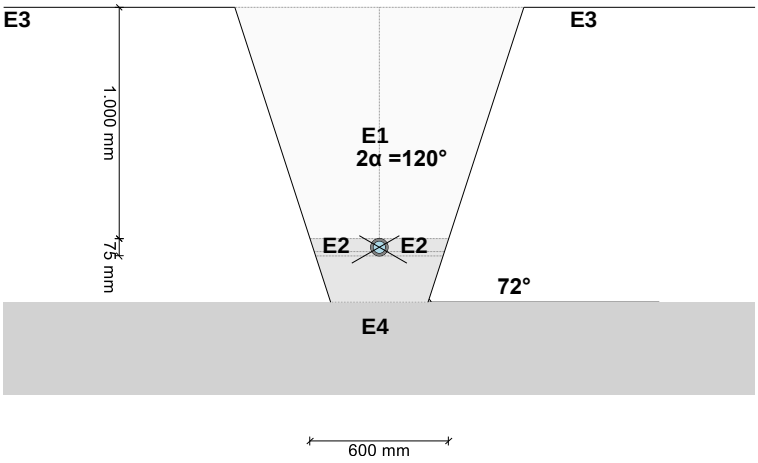
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 75 (e = 12,5 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	50,0	mm
Diámetro exterior:	d_a	75,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	31,3	mm
Wall thickness:	s	12,5	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,500	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	12,5	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	12,5	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	6,3	mm
Momento de inercia:	I	162,8	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	26,0	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	26,0	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	31,3	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

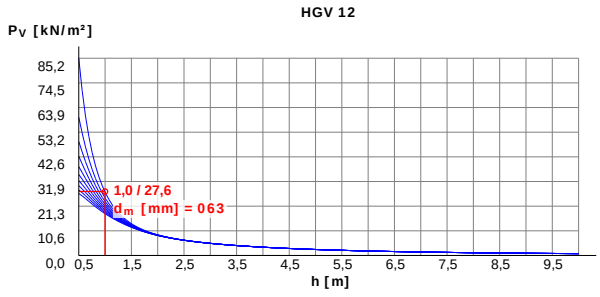
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,62	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 9,600 N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000 °
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667 °

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	531,2	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.266,667	2.833,184	853,333	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,4444	0,2951	0,0889	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,7012	1,8916	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,185	0,259	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,099	-0,094	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,895	1,895	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,736	0,718	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,393	1,263	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,393	1,263	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,161	0,161	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,393	1,263	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,869	0,912	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,01333	[-]	
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κQ	0,01333	[-]	

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	55,48	52,89	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,25	7,60	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	8,83	11,56	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,03	0,09	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,014	0,013	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,016	0,016	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,026	0,025	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,011	0,010	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,011	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,047	0,045	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,227	-0,237	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,159	-0,208	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,006	0,006	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	30,417	30,354	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,333	-0,396	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,338	-0,400	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,014	-0,014	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,002	0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,016	0,016	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,005	0,006	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,011	-0,010	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,011	-0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-1,734	-1,653	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,006	-0,006	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,002	0,002	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	29,013	29,094	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-1,737	-1,656	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-1,739	-1,658	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,015	0,014	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,002	-0,002	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,016	0,016	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,027	0,026	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,012	0,010	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,012	0,010	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,047	-0,045	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,227	-0,237	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,159	-0,208	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,013	0,013	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	30,329	30,270	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,421	-0,480	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,434	-0,491	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,16	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,448	-0,614	0,476	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	46,876	---	44,157	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,228	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,537	8,537	8,537	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,943	0,932	0,940	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,742	1,721	2,761	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,659	12,206	7,606	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,390	0,224	-0,423	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	93,787	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	53,911	---	49,638	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,537	8,537	8,537	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,949	0,970	0,945	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,965	2,602	1,925	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,685	8,070	10,907	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,01333 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01333 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,07	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,06	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,12	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	55,48	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.656,3	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	246,17	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,389	-0,550	0,415	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	46,420	---	43,472	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	32,863	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,691	5,691	5,691	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,920	0,890	0,915	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,621	1,700	2,630	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,554	7,549	5,545	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,55	12,83	14,59	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,55	12,83	14,59	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,353	0,186	-0,385	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	96,887	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	51,104	---	46,860	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,691	5,691	5,691	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,927	0,950	0,920	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,953	2,514	1,910	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,820	5,682	6,936	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,32	14,29	13,25	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,32	14,29	13,25	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

AseTUB

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		I/(A·rm²)	0,01333	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01333	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,10	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,08	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,16	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,89	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	10.006,6	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	189,21	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 90 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 90 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 90 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

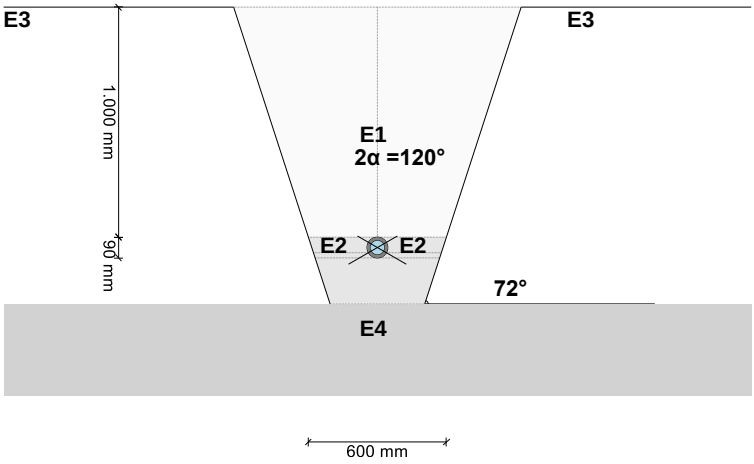
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 90 (e = 15,0 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	60,0	mm
Diámetro exterior:	d_a	90,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	37,5	mm
Wall thickness:	s	15,0	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,500	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	15,0	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	15,0	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	7,5	mm
Momento de inercia:	I	281,3	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	37,5	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	37,5	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	37,5	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

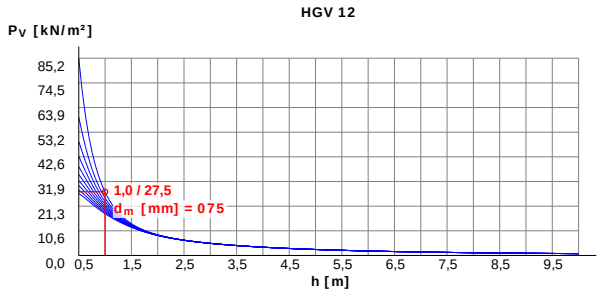
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,52	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 9,600 N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	530,6	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,1	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.266,667	2.829,939	853,333	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,4444	0,2948	0,0889	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,7012	1,8898	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,185	0,259	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,099	-0,094	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,851	1,851	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,736	0,718	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,380	1,255	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,380	1,255	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,192	0,192	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,380	1,255	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,873	0,915	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,01333	[-]	
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κQ	0,01333	[-]	

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	55,11	52,62	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,35	7,68	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	8,74	11,48	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,03	0,11	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,020	0,019	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,002	-0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,038	0,036	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,016	0,014	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,015	0,014	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,056	0,053	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,276	-0,288	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,189	-0,248	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,001	0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,009	0,009	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	36,500	36,425	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,400	-0,475	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,408	-0,482	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,021	-0,020	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,003	0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,007	0,009	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,016	-0,014	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,015	-0,014	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-2,067	-1,973	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,008	-0,008	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	34,828	34,922	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,072	-1,978	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,075	-1,982	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,021	0,020	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,003	-0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,002	-0,003	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,022	0,022	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,039	0,037	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,017	0,015	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,017	0,015	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,056	-0,053	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,276	-0,288	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,189	-0,248	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,001	-0,001	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,019	0,019	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	36,397	36,326	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,503	-0,574	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,522	-0,591	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,16	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,444	-0,609	0,472	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,256	---	44,472	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,467	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,537	8,537	8,537	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,943	0,932	0,941	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,739	1,725	2,758	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,666	12,175	7,613	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,387	0,222	-0,420	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	94,524	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	54,288	---	49,964	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,537	8,537	8,537	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,950	0,970	0,946	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,969	2,600	1,929	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,666	8,075	10,889	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:	I/(A·rm²)	0,01333	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,01333	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1+v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,09	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,07	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,11	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	55,11	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.656,3	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\, V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	247,81	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,387	-0,547	0,413	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	46,701	---	43,686	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	33,026	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,691	5,691	5,691	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,920	0,890	0,915	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,620	1,703	2,630	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,554	7,540	5,545	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,55	12,84	14,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,55	12,84	14,58	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,352	0,185	-0,384	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	97,450	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	51,357	---	47,071	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,460	2,460	2,460	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,691	5,691	5,691	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,927	0,950	0,921	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,956	2,513	1,912	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,814	5,683	6,930	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,32	14,28	13,25	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,32	14,28	13,25	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

AseTUB

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		I/(A·rm²)	0,01333	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01333	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1116	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,12	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,09	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,16	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,62	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	9.998,4	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	190,02	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 110 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 110 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 110 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

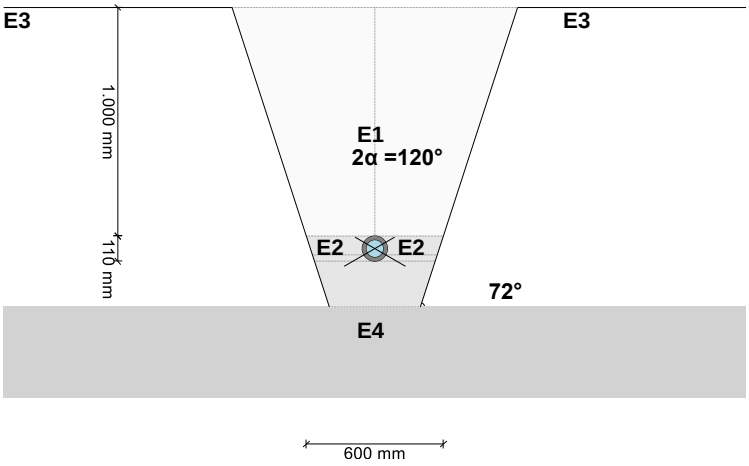
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 110 (e = 18,3 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	73,4	mm
Diámetro exterior:	d_a	110,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	45,9	mm
Wall thickness:	s	18,3	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,505	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	18,3	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	18,3	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	9,2	mm
Momento de inercia:	I	510,7	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	55,8	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	55,8	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	45,9	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

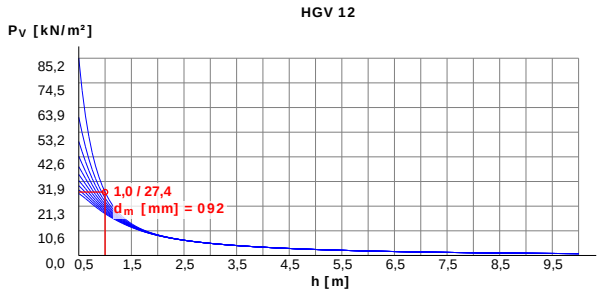
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,38	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 9,600 N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 16,000 N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	529,9	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.238,810	2.807,439	847,762	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,4415	0,2924	0,0883	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,6880	1,8788	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]	
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,186	0,260	---	[-]	

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,099	-0,093	---	[-]	

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,800	1,800	---	[-]	

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,737	0,718	---	[-]	

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,362	1,244	---	[-]	

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,362	1,244	---	[-]	

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]	
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,232	0,232	---	[-]	
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,362	1,244	---	[-]	
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,879	0,919	---	[-]	

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:			I/(A·rm²)	0,01328	[-]	
Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κQ	0,01328	[-]	

		q_v	q_h	q_h^*		
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]	
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]	

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]	

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	54,62	52,25	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,47	7,79	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	8,67	11,43	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,04	0,13	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,030	0,029	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,003	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,033	0,033	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,056	0,054	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,023	0,021	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,023	0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,068	0,065	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,343	-0,357	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,229	-0,302	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,002	0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,013	0,013	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	44,650	44,558	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,491	-0,583	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,503	-0,593	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,030	-0,029	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,004	0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,004	0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,033	0,033	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,010	0,013	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,023	-0,020	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,023	-0,020	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-2,505	-2,396	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,012	-0,012	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,005	0,005	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	42,629	42,737	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,512	-2,404	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,517	-2,408	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,032	0,030	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,004	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,003	-0,004	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,033	0,033	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,058	0,055	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,025	0,022	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,025	0,022	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,068	-0,065	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,343	-0,357	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,229	-0,302	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,002	-0,002	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,029	0,029	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	44,527	44,440	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,614	-0,701	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,642	-0,726	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,16	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,441	-0,605	0,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,613	---	44,744	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,685	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,467	2,467	2,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,513	8,513	8,513	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,944	0,932	0,941	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,744	1,735	2,763	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,654	12,104	7,601	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,385	0,221	-0,418	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	95,052	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	54,574	---	50,198	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,467	2,467	2,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,513	8,513	8,513	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,950	0,969	0,946	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,978	2,606	1,937	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,617	8,059	10,839	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:	I/(A·rm²)	0,01328	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,01328	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,10	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,08	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,11	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	54,62	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.585,5	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	248,71	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,384	-0,544	0,411	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	46,955	---	43,853	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	33,163	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,467	2,467	2,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,676	5,676	5,676	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,921	0,891	0,916	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,625	1,712	2,637	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,540	7,507	5,529	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,55	12,86	14,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,55	12,86	14,58	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,350	0,185	-0,382	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	97,806	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	51,514	---	47,185	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,467	2,467	2,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,676	5,676	5,676	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,928	0,950	0,921	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,964	2,519	1,920	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,788	5,670	6,905	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,33	14,28	13,26	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,33	14,28	13,26	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

AseTUB

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:			lineal		
Relación:			I/(A·rm²)	0,01328	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,01328	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,14	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,11	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,16	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	52,25	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	9.941,0	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	190,24	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 125 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 125 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 125 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

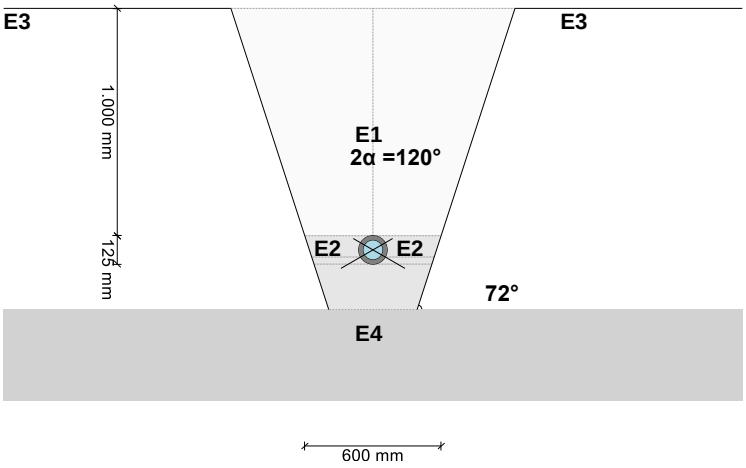
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 125 (e = 20,8 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	83,4	mm
Diámetro exterior:	d_a	125,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	52,1	mm
Wall thickness:	s	20,8	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,505	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	20,8	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	20,8	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	10,4	mm
Momento de inercia:	I	749,9	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	72,1	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	72,1	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	52,1	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

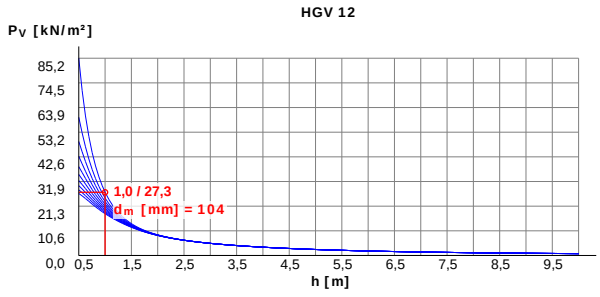
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,29	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 1,000 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	9,600	N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	16,000	N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	529,3	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.242,146	2.806,803	848,429	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,4419	0,2924	0,0884	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,6896	1,8782	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,186	0,260	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,099	-0,093	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,765	1,765	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,737	0,718	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,351	1,237	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,351	1,237	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \quad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,262	0,262	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,351	1,237	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,883	0,921	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)		0,01328	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$		0,01328	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	54,31	52,03	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,56	7,87	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	8,59	11,35	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,05	0,15	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,038	0,037	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,005	-0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,004	-0,006	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,043	0,043	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,072	0,069	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,030	0,026	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,029	0,026	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,076	0,073	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,394	-0,410	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,258	-0,341	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,017	0,017	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	50,733	50,628	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,558	-0,663	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,573	-0,675	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,039	-0,037	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,005	0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,005	0,006	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,043	0,043	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,013	0,017	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,030	-0,026	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,029	-0,026	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-2,830	-2,711	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,016	-0,016	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,006	0,006	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	48,451	48,570	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-2,840	-2,721	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-2,846	-2,727	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,041	0,039	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,005	-0,005	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,004	-0,006	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,043	0,043	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,075	0,071	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,032	0,028	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,031	0,028	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,076	-0,073	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,394	-0,410	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,258	-0,341	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,001	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,037	0,037	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	50,596	50,497	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,695	-0,794	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,731	-0,827	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,16	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,438	-0,602	0,466	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,962	---	45,027	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,903	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,466	2,466	2,466	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,516	8,516	8,516	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,944	0,932	0,941	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,741	1,738	2,760	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,662	12,082	7,608	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,382	0,219	-0,416	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	95,734	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	54,924	---	50,499	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,466	2,466	2,466	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,516	8,516	8,516	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,950	0,969	0,946	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,980	2,603	1,940	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,605	8,066	10,827	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,01328 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		$I/(A \cdot rm^2) \cdot \kappa_Q$	0,01328 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,12	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,09	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,11	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	54,31	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.594,0	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	250,30	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,382	-0,542	0,410	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,213	---	44,046	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	33,311	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,466	2,466	2,466	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,677	5,677	5,677	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,921	0,891	0,916	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,624	1,715	2,635	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,542	7,502	5,531	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,54	12,86	14,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,54	12,86	14,58	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,349	0,183	-0,381	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	98,329	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	51,752	---	47,382	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,466	2,466	2,466	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,677	5,677	5,677	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,928	0,950	0,922	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,966	2,517	1,922	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,785	5,673	6,902	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,33	14,28	13,26	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,33	14,28	13,26	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:			lineal		
Relación:			I/(A·rm²)	0,01328	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':			I/(A·rm²)·κ_Q	0,01328	[-]

		q_V	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_V	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_V	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_V	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_V	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0816	[-]

$$\Delta d_V = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{V,qV} \cdot q_V + c_{V,qh} \cdot q_h + c_{V,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qV} \cdot q_V + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_V	0,16	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,12	mm	

$$\delta_V = \frac{\Delta d_V}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_V	0,15	%	
Deflexión admisible:	zul δ_V	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_V	52,03	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{V2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_V	9.939,4	kN/m²	

$$\text{krit } q_V = \kappa_{V2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	191,05	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

AseTUB

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 140 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 140 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 140 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

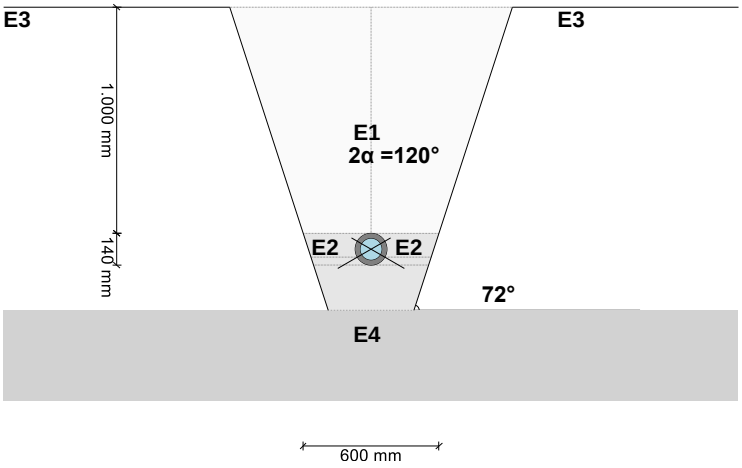
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 140 (e = 23,3 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	93,4	mm
Diámetro exterior:	d_a	140,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	58,4	mm
Wall thickness:	s	23,3	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,504	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	23,3	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	23,3	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	11,7	mm
Momento de inercia:	I	1.054,1	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	90,5	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	90,5	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	58,4	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

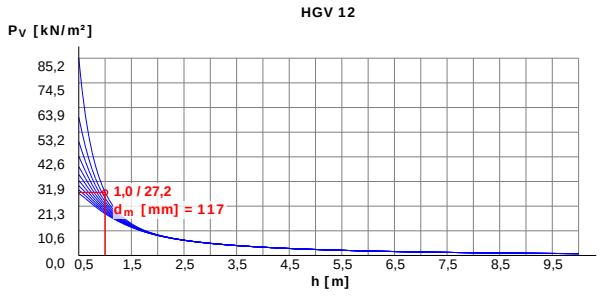
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,20	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	1,000	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,950 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal:	S_{Bh}	9,117	N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical:	S_{Bv}	16,000	N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,000	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000	°
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667	°

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	528,8	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.244,768	2.805,810	848,954	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,4656	0,3077	0,0931	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,6758	1,8631	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,178	0,250	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \qquad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,099	-0,094	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \qquad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,733	1,733	---	[-]

$$\max\lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1}\cdot(a' - 0,25)}\right]\cdot\frac{h}{d_a}} \qquad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,738	0,721	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}}\cdot c_{v,qh^*}\cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*}\cdot K^*} \qquad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,339	1,228	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max\lambda \cdot V_s + a'\cdot\frac{4\cdot K_2\cdot K'}{3}\cdot\frac{\max\lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a'\cdot\frac{3 + K_2\cdot K'}{3}\cdot\frac{\max\lambda - 1}{a' - 0,25}} \qquad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,339	1,228	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \lambda_R = \text{const.} \qquad (6.21b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,289	0,289	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,339	1,228	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,887	0,924	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \qquad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,01329	[-]	
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κQ	0,01329	[-]	

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A\cdot r_m^2}\cdot[c^N + 2(1+v)\cdot\kappa_Q\cdot c^Q] \qquad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]

Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]
		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	53,99	51,76	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,65	7,95	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	8,15	10,81	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,05	0,16	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,048	0,046	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,007	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,005	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,054	0,054	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,091	0,087	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,037	0,033	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,037	0,033	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,085	0,082	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,447	-0,464	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,274	-0,364	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,002	-0,005	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,003	0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,021	0,021	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,828	56,714	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,613	-0,727	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,633	-0,743	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,049	-0,047	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,007	0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,006	0,008	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,054	0,054	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,017	0,021	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,037	-0,033	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,037	-0,033	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,150	-3,020	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,020	-0,020	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,007	0,007	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	54,278	54,408	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,163	-3,033	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,170	-3,041	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,051	0,048	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,007	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,005	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,054	0,054	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,094	0,090	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,040	0,036	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,039	0,035	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,085	-0,082	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,447	-0,464	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,274	-0,364	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,002	-0,005	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,003	-0,003	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,047	0,047	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	56,677	56,570	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,764	-0,871	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,809	-0,913	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,16	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,438	-0,601	0,467	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,956	---	44,998	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,940	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,465	2,465	2,465	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,518	8,518	8,518	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,944	0,932	0,941	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,740	1,738	2,760	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,664	12,081	7,609	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,381	0,220	-0,415	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	95,356	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	55,050	---	50,611	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,465	2,465	2,465	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,518	8,518	8,518	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,951	0,970	0,946	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,981	2,604	1,940	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,602	8,066	10,824	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:	I/(A·rm²)	0,01329	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':	I/(A·rm²)·κ_Q	0,01329	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,13	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,10	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,11	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,99	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	13.459,8	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	249,32	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,384	-0,543	0,411	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	46,999	---	43,828	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	33,236	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,465	2,465	2,465	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,679	5,679	5,679	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,921	0,891	0,916	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,624	1,713	2,635	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,542	7,508	5,531	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,54	12,86	14,58	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,54	12,86	14,58	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,349	0,185	-0,381	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	97,301	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	51,724	---	47,358	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,465	2,465	2,465	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,679	5,679	5,679	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,928	0,950	0,922	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,965	2,518	1,921	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,787	5,671	6,904	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,34	14,28	13,26	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,34	14,28	13,26	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

AseTUB

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		I/(A·rm²)	0,01329	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01329	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1047	-0,0817	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,18	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,14	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,15	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	51,76	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,86	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	9.796,7	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\, V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	189,26	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

AseTUB

INFORME COMPLETO

Estudio estático para Tuberías A 127

Proyecto:	Trabajo Fin de Grado - Sistema de Abastecimiento de agua a Matienzo (Ruesga)
Empresa / Entidad:	Universidad de Cantabria -Universidad de Ingeniería Civil
Autor:	Samuel Eloy Riaño Larios
Informe n°:	1
Fecha:	30/06/2020

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.

Contenido

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 160 mm **3**

1.1. Entrada de datos: 3

1.1.1. Opciones de seguridad 3

1.1.2. Suelo 3

1.1.3. Carga 3

1.1.4. Instalación 3

1.1.5. Tubo de la base de datos 3

1.2. Resultados: 4

1.2.1. resultados intermedios del tubo 4

1.2.1.1. propiedades del material 4
1.2.1.2. Factores de seguridad 5

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga 5

1.2.2.1. geometría del tubo 5
1.2.2.2. Teoría del silo 5
1.2.2.3. Carga 5
1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB 5
1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo 5
1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción 6
1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular 6
1.2.2.8. relación de rigidez 6
1.2.2.9. Coeficientes 6
1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB 7
1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo 7

1.2.3. Sección fuerzas clave 8

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo 8

1.2.5. Sección fuerzas base 9

1.2.6. Caso de carga a corto plazo 10

1.2.6.1. prueba de tensión 10
1.2.6.2. Prueba de deformación 11
1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal): 11

1.2.7. Caso de carga a largo plazo 11

1.2.7.1. prueba de tensión 11
1.2.7.2. Prueba de deformación 13
1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal): 13

1. Cálculo estático de acuerdo a la A 127: Red Urbana y Diámetro 160 mm

Descripción del tramo:	Red Urbana y Diámetro 160 mm
Notas:	Cálculo mecánico en zona urbana para la actuación conjunta d presión interna positiva y carga de tráfico
Tipo de cálculo:	Según tabla
Añadir dibujo para imprimir:	Si

1.1. Entrada de datos:

1.1.1. Opciones de seguridad

Clase de seguridad:	A (caso normal)
Deflexión admisible:	6% (habitual)
Tratamiento de la presión interna:	De acuerdo con la nota 39 de la ATV 127
Menores factores de seguridad para compresión por flexión:	si (ATV M127, solo permitido para PE-HD polietileno de alta densidad)
La aplicación de la ATV A 127 no ha sido verificada para ver si la rigidez circunferencial mínima ha sido alcanzada:	No

1.1.2. Suelo

Tipo de relleno:	G1		
Cálculo E1:	tabla 8 (A127)		
Tipo de relleno en la zona del tubo:	G1		
Cálculo E20:	tabla 8 (A127)		
Tipo de suelo natural:	G3		
Cálculo E3:	Módulo de elasticidad E		
Módulo de elasticidad E3:	E3	5,0	N/mm²
E4 = 10 · E1:	Si		

1.1.3. Carga

Altura de recubrimiento:	h	1,00	m
Densidad del suelo:	γ	20,0	kN/m³
Carga superficial adicional:	p_0	0,0	kN/m²
Nivel freático máximo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,max}$	0,00	m
Nivel freático mínimo sobre el lecho del tubo:	$h_{W,min}$	0,00	m
Presión interna, corto plazo:	$P_{I,K}$	12,3	bar
Presión interna, largo plazo:	$P_{I,L}$	12,3	bar
Sección llena:	Si		
Densidad del fluido:	γ_F	10,0	kN/m³
Carga de tráfico:	HGV 12		

1.1.4. Instalación

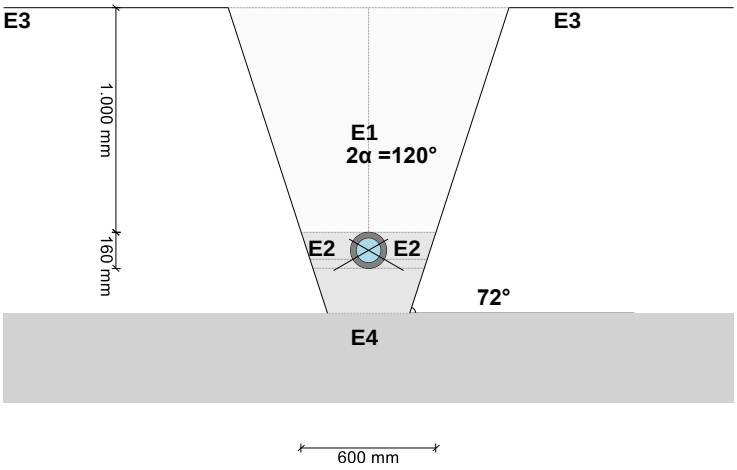
Instalación:	Zanja		
Ancho de zanja:	b	0,60	m
Ángulo del talud:	β	72	°
Condiciones de relleno:	A1		
Condiciones de la instalación:	B1		
Tipo de apoyo:	suelto		
Ángulo de apoyo:	120°		
Proyección relativa:	a	1,00	[-]

1.1.5. Tubo de la base de datos

Material:	PE 80
Presión nominal:	PN = 25,0 bar (SDR = 6,0)
Diámetro nominal:	DN 160 (e = 26,6 mm)

Fabricante: MASA

Carga de tráfico: HGV 12



1.2. Resultados:

1.2.1. resultados intermedios del tubo

Diámetro interior:	d_i	106,8	mm
Diámetro exterior:	d_a	160,0	mm
Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	66,7	mm
Wall thickness:	s	26,6	mm
Ratio radius to wall thickness:	r_m/s	2,508	[-]
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]
Predeformación local:	δ_{vl}	0,00	%
Predeformación (ovalización antes de aplicación de la carga):	δ_{vg}	1,00	%
Perfil de superfície axialmente afectado:	A_{ax}	26,6	mm²/mm
Superficie del perfil radial:	A_{rad}	26,6	mm²/mm
Distancia de inercia:	e	13,3	mm
Momento de inercia:	I	1.568,4	mm^4/mm
Momento resistente exterior:	W_a	117,9	mm³/mm
Momento resistente interior:	W_i	117,9	mm³/mm

1.2.1.1. propiedades del material

		corto plazo	largo plazo	
Gravedad específica	γ_R	9,4	9,4	kN/m³
Coeficiente de poisson	v	0,38	0,38	[-]
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	160,0	N/mm²

1.2.1.2. Factores de seguridad

Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a tracción	erf γ_{RBZ}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad, tensión a compresión	erf γ_{RBD}	2,50	2,50	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad	erf γ_{stab}	2,00	2,00	[-]

1.2.2. Resultados intermedios para caso de carga

1.2.2.1. geometría del tubo

Radio del eje centroide de la pared del tubo:	r_m	66,7	mm
Factor de corrección de la curvatura interior:	α_{ki}	1,133	[-]
Factor de corrección de la curvatura exterior:	α_{ka}	0,867	[-]

1.2.2.2. Teoría del silo

Coeficiente de carga del suelo κ para carga en zanja (Teoría del Silo): κ 1,000 [-]

$$\kappa = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}}}{2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.04)$$

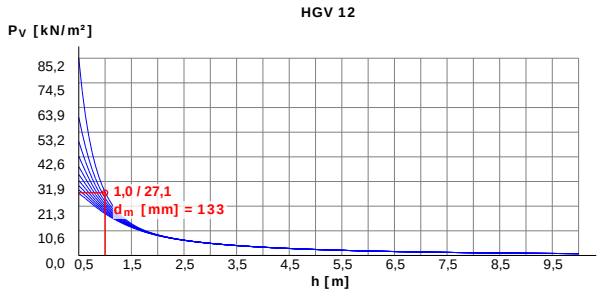
Coeficiente de carga del suelo κ0 para cargas superficiales (Teoría del Silo): κ_0 1,000 [-]

$$\kappa_0 = e^{-2 \cdot K_1 \cdot \tan\delta \cdot \frac{h}{b}} \qquad (5.05)$$

κ0 y κ están indicadas como 1, porque E1 es mayor que E3.

1.2.2.3. Carga

Nivel freático máximo sobre la cama del tubo:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Carga vertical debida al peso del relleno:	P_{Erd}	20,00	kN/m²
Carga vertical debida al peso del relleno y a la carga superficial:	P_E	20,00	kN/m²
Tensión debida a carga de tráfico:	P_V	27,08	kN/m²
Included impact factor:	ϕ	1,50	[-]



1.2.2.4. Módulo de deformación del suelo EB

Módulo elástico del relleno bajo carga:	$E_{1,\sigma}$	16,00	N/mm²
Módulo elástico de los riñones bajo carga:	$E_{20,\sigma}$	16,00	N/mm²
Factor de reducción por fluencia:	f_1	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (nivel freático):	f_2	1,000	[-]
Factor de reducción E20 (zanja estrecha):	α_B	0,972	[-]
Módulo elástico del apoyo (reducido):	$E_{2,\sigma}$	15,56	N/mm²
Módulo elástico del suelo natural:	$E_{3,\sigma}$	5,00	N/mm²
Módulo elástico del suelo bajo el tubo:	$E_{4,\sigma}$	160,00	N/mm²

1.2.2.5. Valores de rigidez del suelo

Factor de corrección por rigidez del apoyo horizontal: ζ 0,787 [-]

$$\zeta = \frac{1{,}667}{\Delta f + (1{,}667 - \Delta f) \cdot \frac{E_2}{E_3}} \qquad (6.17)$$

$$\Delta f = \frac{\frac{b}{d_a} - 1}{0{,}982 + 0{,}283 \cdot \left(\frac{b}{d_a} - 1\right)} \leq 1{,}667 \qquad \text{Corrección (6.18)}$$

Si el angulo de talud de la zanja es < 90º se debe considerar la anchura de la zanja a la altura del centro de la tubería en lugar de la anchura de la zanja a la altura de la corona

Rigidez del apoyo horizontal: S_{Bh} 7,348 N/mm²

$$S_{Bh} = 0{,}6 \cdot \zeta \cdot E_2 \qquad (6.16)$$

Rigidez de apoyo vertical: S_{Bv} 15,556 N/mm²

$$S_{Bv} = \frac{E_2}{a} \qquad (6.12)$$

1.2.2.6. Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción

Ángulo de apoyo, proyección relativa efectiva y ángulo de fricción:	2α	120	°
Proyección incrementada debido a la pérdida de soporte del suelo:	a_S	1,00	[-]
Proyección relativa efectiva:	a'	1,029	[-]

$$a' = a \cdot \frac{E_1}{E_2} \geq 0{,}26 \qquad (6.05)$$

Ángulo de fricción interna:	φ'	25,000 °
Ángulo de fricción de la pared:	δ	16,667 °

1.2.2.7. Valores característicos del material del tubo y rigidez anular

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Valor característico del módulo de elasticidad en sentido circunferencial	E_R	800,0	528,1	160,0	N/mm²
Valor característico de tracción por deflexión	σ_{RBZ}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Valor característico de la deflexión radial por esfuerzo de compresión	σ_{RBD}	21,0	18,0	14,0	N/mm²
Rigidez del tubo	S_R	4.228,401	2.791,520	845,680	kN/m²

$$S_R = \frac{E_R \cdot I}{r_m^3} \qquad (6.10a)$$

1.2.2.8. relación de rigidez

Rigidez del sistema	V_{RB}	0,5755	0,3799	0,1151	[-]

$$V_{RB} = \frac{S_R}{S_{Bh}} = \frac{8 \cdot S_0}{S_{Bh}} \qquad (6.15)$$

Relación de rigidez	V_S	2,6869	1,8540	---	[-]

$$V_S = \frac{S_R}{|c_v^*| \cdot S_{Bv}} \qquad (6.08a)$$

AseTUB

1.2.2.9. Coeficientes

Relación por presión de enterramiento (apoyo)	K_2	0,400	0,400	---	[-]
Coeficiente por presión de reacción del apoyo	K^*	0,148	0,211	---	[-]

$$K^* = \frac{c_{h,qv}}{V_{RB} - c_{h,qh^*}} \quad (6.14)$$

Coeficiente por presión de reacción del apoyo	c_v^*	-0,101	-0,097	---	[-]

$$c_v^* = c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^* \quad (6.13)$$

1.2.2.10. Factores de concentracion λR y λB

Factor de concentración máximo	max λ	1,715	1,715	---	[-]

$$\max \lambda = 1 + \frac{\frac{h}{d_a}}{\frac{3,5}{a'} + \frac{2,2}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)} + \left[\frac{0,62}{a'} + \frac{1,6}{\frac{E_4}{E_1} \cdot (a' - 0,25)}\right] \cdot \frac{h}{d_a}} \quad (6.04)$$

Coeficiente por factor de concentración máximo	K'	0,746	0,731	---	[-]

$$K' = -\frac{c_{v,qh} + \frac{c_{h,qh}}{c_{h,qv}} \cdot c_{v,qh^*} \cdot K^*}{c_{v,qv} + c_{v,qh^*} \cdot K^*} \quad (6.06b)$$

Factor de concentración sobre el tubo, valor inicial	λ_R	1,338	1,227	---	[-]

$$\lambda_R = \frac{\max \lambda \cdot V_s + a' \cdot \frac{4 \cdot K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}}{V_s + a' \cdot \frac{3 + K_2 \cdot K'}{3} \cdot \frac{\max \lambda - 1}{a' - 0,25}} \quad (6.06a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, bajo el efecto de la zanja	λ_{RG}	1,310	1,208	---	[-]

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \cdot \frac{b}{d_a} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.21a)$$

Factor de concentración sobre el tubo, límite superior	λ_{fo}	3,850	3,850	---	[-]
Factor de concentración sobre el tubo, limite inferior	λ_{fu}	0,325	0,325	---	[-]
Factor de concentación sobre el tubo, valor final	λ_{RG}	1,310	1,208	---	[-]
Factor de concentración del suelo	λ_B	0,887	0,924	---	[-]

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad (6.07)$$

1.2.2.11. Distribución de presiones en la circunferencia del tubo

Relación:		I/(A·rm²)	0,01325	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01325	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1046	-0,0816	[-]

		corto plazo Todas las cargas	largo plazo Cargas del suelo cargas de tráfico	largo plazo otro Cargas	
Carga vertical total	q_v	53,28	51,25	---	kN/m²
$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_E + p_v$					(6.24)
Presion lateral	q_h	7,74	8,03	---	kN/m²
$q_h = K_2 \cdot \left(\lambda_B \cdot p_E + \gamma_B \cdot \frac{d_a}{2} \right)$					(7.01)
Presión de reacción del apoyo (carga del suelo)	q^*_h	6,66	8,99	---	kN/m²
$q^*_h = \frac{c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02a)
Presión de reacción del apoyo (sección llena)	q^*_{hw}	0,05	0,16	---	kN/m²
$q^*_{hw} = \frac{c_{hw} \cdot q_w}{V_{RB} - c_{h,qh}^*}$					(7.02b)

1.2.3. Sección fuerzas clave

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,062	0,060	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,009	-0,009	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,005	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,070	0,070	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,119	0,114	kNm/m
$\Sigma M_{sonst} = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,049	0,044	kNm/m
$\Sigma M' = M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,048	0,044	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	0,096	0,092	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,516	-0,536	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,256	-0,346	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,002	-0,006	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	0,004	0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,028	0,028	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	65,035	64,918	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-0,647	-0,764	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-0,673	-0,785	kN/m

1.2.4. Sección fuerzas generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	-0,063	-0,060	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	0,009	0,009	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	0,006	0,008	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	-0,001	-0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,070	0,070	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,021	0,026	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	-0,049	-0,044	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	-0,049	-0,044	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-3,554	-3,419	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	0,000	0,000	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,026	-0,026	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,010	0,010	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	62,112	62,247	kN/m
Total sin presión interna/externa	ΣN_{sonst}	-3,570	-3,435	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	$\Sigma N'$	-3,580	-3,445	kN/m

1.2.5. Sección fuerzas base

		corto plazo	largo plazo	
Momento debido a cargas verticales totales	M_{qv}	0,065	0,063	kNm/m
Momento debido a la presión lateral	M_{qh}	-0,009	-0,009	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo horizontal	M^*_{qh}	-0,005	-0,007	kNm/m
Momento debido a la reacción de la presión del apoyo (sección llena)	M^*_{qw}	0,000	0,000	kNm/m
Momento debido a las cargas muertas	M_g	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la sección llena	M_w	0,001	0,001	kNm/m
Momento debido a la presión del agua	M_{pw}	0,070	0,070	kNm/m
Momento debido al nivel freático a la altura de la clave	M_{pa1}	0,000	0,000	kNm/m
$\Sigma M= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pw}$				
Momentos totales	ΣM	0,123	0,118	kNm/m
$\Sigma M_{sonst}= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M^*_{qw} + M_g + M_w + M_{pa1}$				
Momentos totales sin presión interna/externa	ΣM_{sonst}	0,053	0,048	kNm/m
$\Sigma M'= M_{qv} + M_{qh} + M^*_{qh} + M_g$				
Momentos totales debidos a la sección llena y a la presión	$\Sigma M'$	0,052	0,047	kNm/m
Fuerza normal debida a las cargas verticales totales	N_{qv}	-0,096	-0,092	kN/m
Fuerza normal debida a la presión lateral	N_{qh}	-0,516	-0,536	kN/m
Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho	N^*_{qh}	-0,256	-0,346	kN/m

Fuerza normal debida a la reacción de la presión del lecho (relleno del agua)	N^*_{qw}	-0,002	-0,006	kN/m
Fuerza normal debida al peso muerto	N_g	-0,004	-0,004	kN/m
Fuerza normal debida al relleno de agua	N_w	0,061	0,061	kN/m
Fuerza normal debida al nivel freático hasta la clave	N_{pa1}	0,000	0,000	kN/m
Fuerzas totales normales	ΣN	64,869	64,758	kN/m
Total sin presión interna/externa	$ΣN_{sonst}$	-0,813	-0,924	kN/m
Total sin sección llena y sin presión	ΣN'	-0,873	-0,978	kN/m

1.2.6. Caso de carga a corto plazo

1.2.6.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,17	[-]
Relación de deflexión:	η	0,22	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,445	-0,606	0,474	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	47,202	---	44,305	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	34,637	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,469	2,469	2,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,505	8,505	8,505	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,943	0,932	0,941	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,749	1,736	2,769	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	7,640	12,093	7,585	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,383	0,227	-0,417	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	92,488	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	54,772	---	50,391	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,469	2,469	2,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	8,505	8,505	8,505	[-]

Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,950	0,969	0,946	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,982	2,614	1,942	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	10,595	8,034	10,815	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	21,00	21,00	21,00	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

1.2.6.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal	
Relación:		I/(A·rm²)	0,01325 [-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01325 [-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1046	-0,0816	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,15	mm
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,12	mm

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,11	%
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.6.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	53,28	kN/m²
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]
Carga vertical total crítica:	krit q_v	12.900,6	kN/m²

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	242,13	[-]
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

1.2.7. Caso de carga a largo plazo

AseTUB

1.2.7.1. prueba de tensión

Coeficiente de superposición de tensiones:	Z	0,55	[-]
Relación de deflexión:	η	0,32	[-]
Presión interior resultante (pI - pW):	$p_{I,res}$	12,30	bar

$$\sigma_{R,res} = \frac{\sigma_{qv,qh,qh^*} \cdot \bar{\sigma}_R + \sigma_{sonst} \cdot \sigma_{R,L}}{\sigma_{qv,qh,qh^*} + \sigma_{sonst}} \qquad (9.01c)$$

Interior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	0,396	-0,553	0,424	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	45,539	---	42,516	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	---	32,575	---	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,469	2,469	2,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,670	5,670	5,670	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,919	0,890	0,913	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	2,633	1,704	2,642	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	5,529	7,532	5,522	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	14,56	12,84	14,59	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	14,56	12,84	14,59	N/mm²

Exterior:		clave	generatriz sobre el diámetro horizontal del tubo	base	
Tensiones debidas a carga externa	σ_a	-0,354	0,196	-0,386	N/mm²
Coeficiente de seguridad para carga externa, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,a}$	---	92,186	---	[-]
Coeficiente de seguridad por carga externa, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,a}$	50,973	---	46,727	[-]
Tensiones debidas a presión interna	σ_i	2,469	2,469	2,469	N/mm²
Coeficiente de seguridad por presión interna	γ_i	5,670	5,670	5,670	[-]
Factor de reducción de acuerdo a Netzer/Pattis	n	0,927	0,950	0,921	[-]
Tensión por cálculo de superposición	$\sigma_r$es	1,962	2,532	1,918	N/mm²
Coeficiente de seguridad para cálculo de superposición, tensión por flexión:	$\gamma_{BZ,res}$	6,793	5,647	6,909	[-]
Coeficiente de seguridad para cálculos de superposición, compresión por flexión:	$\gamma_{BD,res}$	---	---	---	[-]
Tensión de tracción por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBZ,res}$	13,33	14,30	13,25	N/mm²
Tensión de compresión por flexión a ser considerada	$\sigma_{RBD,res}$	13,33	14,30	13,25	N/mm²

Todos los coeficientes de seguridad calculados en la prueba de tensión son suficientes.

AseTUB

1.2.7.2. Prueba de deformación

Modo de cálculo:		lineal		
Relación:		I/(A·rm²)	0,01325	[-]
Relación 'I/(A·rm²)·κq':		I/(A·rm²)·κ_Q	0,01325	[-]

		q_v	q_h	q_h^*	
Coeficiente de deflexión para momentos de deflexión	c_v	-0,0893	0,0833	0,0640	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas normales	c^N_v	-0,6830	-0,6810	-0,2470	[-]
Coeficiente de deflexión por fuerzas laterales	c^Q_v	-0,3590	0,3350	0,2430	[-]

$$c' = c + \frac{I}{A \cdot r_m^2} \cdot [c^N + 2(1 + v) \cdot \kappa_Q \cdot c^Q] \quad (6.20)$$

Coeficiente resultante de deformación	c'_v	-0,1115	0,0865	0,0696	[-]
Coeficiente resultante de deformación	c'_h	0,0974	-0,1046	-0,0816	[-]

$$\Delta d_v = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{v,qv} \cdot q_v + c_{v,qh} \cdot q_h + c_{v,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16a)$$

$$\Delta d_h = \frac{2 \cdot r_m}{8 S_0} \cdot (c_{h,qv} \cdot q_v + c_{h,qh} \cdot q_h + c_{h,qh^*} \cdot q_h^*) \quad (8.16b)$$

Cambio del diámetro vertical:	Δd_v	0,21	mm	
Cambio del diámetro horizontal:	Δd_h	0,16	mm	

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100 \text{ in } \% \quad (8.17)$$

Deformación vertical relativa:	δ_v	0,16	%	
Deflexión admisible:	zul δ_v	6,00	%	

La deflexión determinada es menor que la deflexión permitida.

1.2.7.3. Prueba de estabilidad (lineal):

Carga vertical total:	q_v	51,25	kN/m²	
Factor de reducción de carga de colapso por cargas de suelo/tráfico:	κ_{v2}	0,85	[-]	
Carga vertical total crítica:	krit q_v	9.245,7	kN/m²	

$$\text{krit } q_v = \kappa_{v2} \cdot \left\{ 3 + \frac{1}{3\ V_{RB}} \right\} \cdot 8 S_0 \quad (9.06b)$$

La prueba de colapso por presión de agua no aplica, dado que no hay presencia de nivel freático ni vacío.

Coeficiente de seguridad de estabilidad:	γ	180,39	[-]	
Coeficiente global de seguridad requerido, fallo por inestabilidad:	erf γ_{stab}	2,00	[-]	

Los coeficientes de seguridad al pandeo determinados son suficientes.

Todas las pruebas necesarias son correctas.

ANEJO Nº7 – PROGRAMA DE TRABAJOS

Contenido

1. Desarrollo 2

2. Diagrama de Gantt 2

1. DESARROLLO

Se redacta el presente Anejo para dar cumplimiento al Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, que en su artículo 123.1, párrafo e), establece que uno de los documentos que debe comprender un proyecto es “un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, del tiempo y coste”.

Se parte en primer lugar de los volúmenes de las diversas unidades de obra a ejecutar que se deducen del "Presupuesto".

Se tiene en cuenta las composiciones de equipo de maquinaria que se consideran idóneos para la ejecución de las distintas unidades de obra.

De acuerdo con las características de las máquinas que componen los citados equipos se han deducido unos rendimientos ideales en condiciones normales de trabajo.

Teniendo en cuenta las horas de utilización manual de las máquinas se deducen del "*Método de cálculo para la obtención de coste de maquinaria en obras de carreteras. Ministerio de Obras Públicas. Servicio de Publicaciones*", para cada equipo un determinado nº de días de utilización al mes.

Como consecuencia de lo anterior, se determina el nº de equipos necesarios de cada tipo para la ejecución de las obras y, paralelamente, tiempo en meses que requerirá cada una de las actividades consideradas, lo que sirve para la ejecución del diagrama de barras a lo largo de SEIS (6) MESES, periodo que se ha considerado adecuado y suficiente para la completa realización de las obras.

Se hace constar que el programa de las obras es de carácter indicativo, como se menciona en el referido artículo del Reglamento, puesto que pueden existir circunstancias que hagan necesaria su modificación en un momento oportuno, como puede ser la fecha de iniciación de las obras dado que, dentro de la obligada secuencia en que han de desarrollarse, será preciso realizar una serie de actividades en unos determinados periodos de tiempo.

Con la metodología expuesta, se ha confeccionado el diagrama de Gantt que seguidamente se adjunta.

2. DIAGRAMA DE GANTT

PROGRAMA DE TRABAJOS							EUROS
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	TOTAL
Movimiento de tierras	65596.17	65596.17	65596.17	65596.17	65596.17	65596.17	3933577.02
Colocación de tubería y accesorios	65186.34	65186.34	65186.34	65186.34	65186.34	65186.34	391118.06
Depósito de aguas		18232,5	18232,5	18232,5	18232,5		72930
Prueba de la red y desinfección							Incluido en el precio de tubería
Gestión de residuos	1000	1000	1000	1000	1000	1000	6000
Seguridad y salud	732	732	732	732	732	732	4392
Presupuesto de ejecución material							1012873.94

ANEJO Nº8 – SEGURIDAD Y SALUD

- **Proyecto**: Abastecimiento de agua a Matienzo
- **Autor**: Samuel Eloy Riaño Larios
- **Titular**: Universidad de Cantabria
- **Emplazamiento**: Localidad de Matienzo en el Municipio de Ruesga.

Contenido

1. Objeto del proyecto 2
2. Titular 2
3. Emplazamiento de las obras 2
4. Estudio básico de seguridad y salud 2
4.1. Deberes y obligaciones del empresario y el trabajador 2
4.2. Descripción y localización de los trabajos 3
4.3. Personal previsto 3
4.4. Accesos 3
4.5. Edificios colindantes 3
4.6. Maquinaria de obra 3
4.7. Centro asistencial más próximo 3
4.8. Riesgos específicos y medidas de seguridad preventivas 4
4.9. Vestuarios y botiquines 6
4.10. Reconocimiento médico 6
4.11. Legislación y normativa aplicable 6
5. Pliego de condiciones 6
6. Planos 10
7. Presupuesto 20

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El objetivo de este proyecto es el **diseño y construcción de la red de abastecimiento de agua a Matienzo**, captación, conducción, depósito y red de distribución.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

2. TITULAR

El titular de este Proyecto de Fin de Grado es la Universidad de Cantabria

3. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

Las obras de la conducción discurrirán en su mayoría a lo largo del poljé de Matienzo, el cual se divide en tres ramas principales (Ozana, La Vega y La Secada). El depósito se situará en una ladera de Sierra de Mullir entre el Sedo y Ozana. La red de distribución se trazará prácticamente en su totalidad por debajo de los viales públicos del pueblo de Matienzo.

4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1. DEBERES Y OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO Y EL TRABAJADOR

A tenor de lo dispuesto en la Ley de Prevención de riesgos laborales y demás legislación vigente, los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo y, como consecuencia, el empresario o administración tienen el deber de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales, en todos los aspectos del trabajo.

El empresario adoptará todas las medidas necesarias para la seguridad y salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en la ley, en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, paralización de la actividad y actuación en emergencias y riesgos graves e inminentes, vigilancia de la salud y constituyendo una organización en los términos establecidos por la ley.

Las protecciones existentes, por obligado cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, se perfeccionarán por el empresario, en una acción continua, adaptándolas a las modificaciones que experimenten las circunstancias que inciden en la ejecución de los trabajos.

Los trabajadores cumplirán con las obligaciones establecidas en la Ley, en materia de protección y prevención a trabajadores o servicios de la empresa y con el recurso al concierto en con entidades especializadas en actividades de prevención, complementándolas con acciones del empresario, aunque no le eximen de su deber en esta materia.

El coste de las medidas necesarias para la seguridad y la salud no recaerá sobre los trabajadores, el empresario se responsabilizará de que se utilicen los equipos de trabajo adecuados a la tarea a realizar para mayor garantía de seguridad al utilizarlos.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, el empresario limitará la utilización exclusivamente a los especialistas de dichos equipos. Asimismo los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación serán realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ellos.

El empresario proporcionará a los trabajadores, los equipos de protección individual requeridos para cada trabajo y deberá velar porque se utilicen cuando sean necesarios. Estos equipos de protección individual deben utilizarse cuando los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente con protecciones colectivas o con medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

De acuerdo con la legislación en vigor el empresario aplicará las medidas de prevención, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar
- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo y los equipos a la capacidad y conocimientos de la persona, atenuando el trabajo monótono y repetitivo, reduciendo los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual

- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

El empresario encomendará las tareas según las capacidades profesionales de los trabajadores, adoptando las medidas necesarias para conseguir que a las zonas de riesgo, solo accedan aquellos que tengan la suficiente formación e información.

Las medidas adoptadas deben prever las distracciones e imprudencias no temerarias, así como los riesgos adicionales que puedan implicar determinadas medidas preventivas, pudiendo adoptarse solamente si dichos riesgos, son sustancialmente inferiores a los que se pretenden controlar.

Podrán concertar seguros para garantizar la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

El empresario planifica la acción preventiva evaluando los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, en general, la naturaleza de la actividad, exposiciones a riesgos especiales, elección de los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, acondicionamiento de lugares de trabajo y otras actuaciones dispuestas en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

La evaluación se actualizará al cambiar las condiciones de trabajo y, se someterá a consideración y revisará, con ocasión de daños producidos para la salud y se realizarán controles periódicos, si fuese necesario, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando los controles periódicos, indiquen su inadecuación a os fines de protección requeridos y, si con ocasión de la vigilancia de la salud aparecen indicios de que las medidas de prevención son insuficientes, el empresario llevara a cabo una investigación a fin solucionar el problema.

4.2. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la ejecución del proyecto se considera por su importancia, las siguientes fases de obra:

-Rotura de pavimentos

-Excavación y zanja

-Distribución y manipulación de tuberías

-Montaje mecánico

-Puesta en zanja

-Relleno y señalización

-Tapado y restitución de terrenos

-Pruebas en la red

4.3. PERSONAL PREVISTO

El número medio de operarios en la obra será de 6 con un máximo de 8

4.4. ACCESOS

Los accesos a la obra serán por la pista forestal y por las calles de la localidad

4.5. EDIFICIOS COLINDANTES

Durante gran parte de las obras se trabajará en las calles de la población con las casas particulares y edificios públicos alrededor del tajo.

4.6. MAQUINARIA DE OBRA

-Maquinaria para movimiento de tierras:

- retroexcavadora 80 CV
- pala cargadora 70 CV
- pala retro 80 CV
- mini excavadora con martillo
- moto nivelador 120 CV
- camión-grúa-cisterna
- apisonadora
- extendedora.

-Maquinaria de desbroce.

-Hormigoneras

4.7. CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO

Consultorio médico de Matienzo (Ruesga)

4.8. RIESGOS ESPECÍFICOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
X	Caídas de operarios al mismo nivel
X	Caídas de operarios a distinto nivel
X	Caídas de objetos sobre operarios
X	Caídas de objetos sobre terceros
X	Choques o golpes contra objetos
X	Fuertes vientos
X	Trabajos en condiciones de humedad
X	Contactos eléctricos directos e indirectos
X	Cuerpos extraños en los ojos
X	Sobreesfuerzos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	permanente
X	Oden y limpieza de los lugares de trabajo	permanente
X	Recubrimiento o distancia de seguridad a líneas eléctricas de B.T Tomas de tierra	lo más posible
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	ocacional
X	No permanecer en el radio de acción de las maquinas	permanente
	Puesta a tierra en cuadros,masas y máquinas sin doble aislamiento	
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	permanente
X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	permanente
X	Vallado del perimetro completo de la obra,resistente y de altura	ocacional
	Marquesinas rigidas sobre accesos a la obra	
	Pantalla inclinada rigida sobre aceras, vías de circulación o colidantes	
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A-113B	permanente
X	Evaluación de escombros	frecuente
	Escaleras auxiliares	ocacional
X	Información específica	para riesgos concretos
X	Cursos y charas de formación	ocacional
	Grúa parada y en posición veleta	con viento fuerte
	Grúa parada y en posición de veleta	final de cada jornada
X	Cascos de seguridad	permanente
X	Calzado protector	permanente
X	Ropa de trabajo	permanente
X	Ropa impermeable o de protección	con mal tiempo
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Cinturones de protección del tronco	ocacional

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
X	Otros equipos de protección individual	permanente
OBSERVACIONES		
Las charlas informativas se darán una vez al mes por un técnico competente en materia de seguridad y salud.		
Los equipos de protección individual (EPIs) podrán ser ampliados dependiendo de las necesidades de seguridad.		

FASE: EXCAVACIÓNES Y MOVIMIENTOS DE TIERRAS	
RIESGOS	
X	Desplomes,hundimientos y desprendimientos del terreno
X	Desplomes en edificios colindantes
X	Caídas de materiales transportados
X	Atrapamientos y aplastamientos
X	Atropellos,colisiones,vuelcos y falsas maniobras de maquinas
X	Contagios por lugares insalubres
X	Ruidos
X	Vibraciones
X	Ambiente pulvígeno
X	Interferencias con instalaciones enterradas
X	Electrocuciones
X	Condiciones meteorológicas adversas

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
X	Observaciones y vigilancia del terreno	diaria
X	Talud natural del terreno	permanente
X	Entibaciones	frecuente
X	Limpieza de bolos y viseras	frecuente
	Observaciones y vigilancia de los edificios colidantes	diaria
	Apuntalamientos y apeos	ocasional
X	Achique de aguas	frecuente
X	Separación de tránsito de vehículos y operarios	permanente
X	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas	permanente
X	No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
X	Acotar las zonas de acción de las máquinas	permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (Epls)		EMPLEO
X	Botas de seguridad	permanente
X	Botas de goma	ocasional
X	Guantes de cuero	ocasional
X	Guantes de goma	ocasional

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
X	Otros equipos de protección individual	ocasional
OBSERVACIONES		
Se tendrá especial cuidado en los trabajos de movimiento de tierras en zonas con pendiente, vigilando		
las descargas de las máquinas de trabajo y el apeo de los materiales necesarios para la excavación		

FASE: COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ALBAÑILERÍA	
RIESGOS	
	Caídas de operarios al vacío
X	Caídas de materiales transportados,a nivel y a niveles inferores
	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios
X	Atrapamientos por los medios de evaluación y transporte
X	Lesiones y cortes en manos
X	Lesiones,pinchazos y cortes en pie
X	Dermatosis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales
	Incendios por almacenamiento de productos combustibles
X	Golpes o cortes con herramientas
X	Electrocuciones
X	Proyecciones de particulas al cortar materiales

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
	Apuntalamientos y apeos	ocasional
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Evitar el acopio de tuberías y valvulería cerca del borde de zanja	permanente
X	Evitar el contacto con las líneas de electricidad subterránea	permanente
X	Coordinarse en el trabajo para el traslado del material	permanente
X	Evitarse sobreesfuerzos en el trasado de material	permanente
X	Señalizar correctamente la zona de trabajo	permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (Epls)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
X	Mástiles y cables fiables	ocasional

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN		GRADO DE EFICACIA
X	Otras EPIs que se consideren necesarios	permanente
OBSERVACIONES		
Prestar especial cuidado a la hora de colocar las tuberías en zanja y evitar así aplastamientos		

4.9. VESTUARIOS Y BOTIQUINES

La zona de vestuarios contará con aseos, duchas y vestuario con taquillas. En la misma se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que contenga como mínimo: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

4.10. RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todos los trabajadores deberán pasar un reconocimiento médico antes del inicio de las obras.

4.11. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (LEY 31/95 DE 8/11/95).
- REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN (R.D. 39/97 DE 7/1/97).
- ORDEN DE DESARROLLO DEL R.S.P. (27/6/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN ELTRABAJO (R.D.485/97 DE 14/4/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO (R.D.486/97 DE 14/4/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN DE CARGAS QUE ENTRAÑEN RIESGOS, EN PARTICULAR DORSOLUMBARES, PARA LOS TRABAJADORES (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES BIOLÓGICOS DURANTE EL TRABAJO (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS DURANTE EL TRABAJO (R.D. 665/97 DE 12/5/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSRUCCIÓN (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- ORDENANZA LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN VIDRIO Y CERÁMICA (O.M. de 28/8/70).
- ORDENANZA GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII.
- REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (OM de 31/1/40) Exclusivamente su Capítulo VII.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (R.D. 2413 de 20/9/71).

5. PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto de este Pliego de Condiciones es fijar condiciones generales y particulares por las que se desarrollarán los trabajos y se utilizarán las dotaciones de Seguridad y Salud. Estas condiciones se plantean agrupadas de acuerdo con su naturaleza, en:

CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA:

1. Introducción.
2. Libro de Incidencias.
3. Delegado de Prevención
4. Comité de Seguridad y Salud
5. Obligaciones de las partes
   - ❖ Promotor.
   - ❖ Contratista.
   - ❖ Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.
   - ❖ Trabajadores.

CONDICIONES DE NATURALEZA TECNICA:

1. Materiales.
2. Condiciones de los medios de protección.
3. Protecciones personales y colectivas.
4. Instalaciones de Higiene y bienestar.
5. Control de la efectividad de la Prevención.
6. Índices de control.
7. Partes de accidente y deficiencias

CONDICIONES DE NATURALEZA LEGAL:

1. Disposiciones legales.
2. Pólizas de Seguros.

CONDICIONES DE NATURALEZA ECONOMICA:

- Normas de Certificación.

PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA:

1. Introducción

El Contratista o constructor principal se someterá al criterio y juicio de la Dirección Facultativa o de la Coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras. El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras será el responsable del seguimiento y cumplimiento del Plan de Seguridad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/97, siendo su actuación independiente de la Dirección Facultativa propia de la obra, pudiendo recaer no obstante ambas funciones en un mismo Técnico. A dicho Técnico le corresponderá realizar la interpretación técnica y económica del Plan de Seguridad, así como establecer las medidas necesarias para su desarrollo, (las adaptaciones, detalles complementarios y

modificaciones precisas). Cualquier alteración o modificación de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa o la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, podrá ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente. La Dirección Facultativa o el coordinador tantas veces citado, resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de unidades, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de las mismas.

- Libro de incidencias

El libro de incidencias de acuerdo con el artículo 13 del Real Decreto 1627/97 existirá en cada centro de trabajo, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Este libro será facilitado por:

- El Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

- La oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa. A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas, Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materias de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del Plan de Seguridad.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y S.S. de la provincia en la que se ejecuta la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

- Delegado Prevención - Comité de Seguridad y Salud.
  De acuerdo con la Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales, que entró en vigor el 11/02/96, Art. 35, dice que se designarán por y entre los representantes de los trabajadores, Delegados de Prevención cuyo número estará en relación directa con el de trabajadores ocupados simultáneamente en la obra y cuyas competencias y facultades serán las recogidas en el Art.36 de la mencionada Ley

- Obligaciones de las partes

❖ Promotor:

El promotor abonará a la Empresa Constructora, previa certificación de la Dirección Facultativa de Seguridad o del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad.

Si se implantasen elementos de seguridad incluidos en el Presupuesto durante la realización de obra, estos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización de la Dirección Facultativa o del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

❖ Contratista:
La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Plan de Seguridad y Salud coherente con los sistemas de ejecución que se van emplear. El Plan de Seguridad e Higiene ha de contar con aprobación de la Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud y será previo al comienzo de la obra. El Plan de seguridad y salud de la obra se atendrá en lo posible al contenido del presente Estudio de Seguridad y Salud. Los medios de protección personal, estarán homologados por el organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad e Higiene, con el visto bueno de Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio de Seguridad y Salud y del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte, o de los posibles subcontratistas y empleados.

❖ Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución:
La Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra correspondiéndole el control y la supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias. Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento del Promotor y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.

La Contrata realizará una lista de personal, detallando los nombres de los trabajadores que perteneciendo a su plantilla van a desempeñar los trabajos contratados, indicando los números de afiliación a la Seguridad Social. Dicha lista debe ser acompañada con la fotocopia de la matriz individual del talonario de cotización al Régimen Especial de Trabajadores Autónomos de la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la Inscripción en el libro de matrícula para el resto de las sociedades.

Asimismo, se comunicarán, posteriormente, todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento anteriormente indicado.

También se presentarán fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social. Esta documentación se presentará mensualmente antes del día 10.

❖ Trabajadores:

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores tendrán las obligaciones siguientes, en materia de prevención de riesgos:

a)

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

b)

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

- Usar adecuadamente, de acuerdo con la naturaleza de los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

c)

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos y del personal estatutario al servicio de la: Administraciones Publicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA TECNICA

1. Materiales

Se definen en este apartado las condiciones técnicas que han de cumplir los diversos materiales y medios auxiliares que deberán emplearse, de acuerdo con las prescripciones del presente Estudio de Seguridad en las tareas de Prevención durante la ejecución de la obra.

Con carácter general todos los materiales y medios auxiliares cumplirán obligatoriamente las especificaciones contenidas en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación que le sean aplicables con carácter específico, las protecciones personales y colectivas y las normas de higiene y bienestar, que regirán en la ejecución de la obra, serán las siguientes.

2. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tienen fijada una vida útil, desechándose a su término. Si se produjera un deterioro más rápido del previsto en principio en una determinada protección, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista.

Toda protección que haya sufrido un deterioro, por la razón que fuere, será rechazada al momento y sustituida por una nueva.

Aquellos medios que por su uso hayan adquirido holguras o desgastes superiores a los admitidos por el fabricante, serán repuestos inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca deberá representar un riesgo en sí mismo.

3. Equipos de protección individual y colectivas

a) Individuales

El equipo de protección individual, de acuerdo con el artículo 2 del R.D. 773/97 es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin, excluyéndose expresamente la ropa de trabajo corriente que no esté específicamente destinada a proteger la salud o la integridad física del trabajador, así como los equipos de socorro y salvamento.

Una condición que obligatoriamente cumplirán estas protecciones personales es que contarán con la Certificación "CE", R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre.

Deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo

b) Colectivas

En su conjunto son las más importantes y se emplean acordes a las distintas unidades o trabajos a ejecutar. También en ellas podemos distinguir:

Unas de aplicación general, es decir, que tienen o deben tener presencia durante toda obra (cimientos, señalización, instalación eléctrica, Extintores, etc.) y otras que se emplean sólo en determinados trabajos: andamios, barandillas, redes, vallas, etc.

- Vallas de protección:
  Estarán construidas a base de tubos metálicos, teniendo como mínimo 90 cm. de altura. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

- Señales:
  Tendrán el vuelo y la resistencia adecuados para soportar, el impacto de los materiales y su proyección hacia el exterior. Estarán de acuerdo con la normativa vigente. Interruptores diferenciales y tomas de tierra:

  La sensibilidad mínima de los interruptores diferencial será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. resistencia de las tomas de tierra no ser superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24 V.

  Se medirá su resistencia de forma periódica.

- Extintores:
  Serán adecuado en agente extintor y tamaño al tipo incendio previsible y se revisaran seis meses come máximo.

- Botiquín:
  Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a los que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo, según se define en el Anexo VI del R.D. 486/97 de Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

  Se dispondrá además de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material se revisará periódicamente y se irá reponiendo en cuanto caduque o se utilice.

4. Instalaciones de Higiene y Bienestar

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes se dispondrán en los términos en que se expresa el Anexo V del mencionado R.D. 486/97.

Se dispondrá del personal necesario para la limpieza y conservación de estos locales con las condiciones higiénicas exigibles.

- Control de la efectividad de la Prevención
  Se establecen a continuación unos criterios de control de la Seguridad y Salud al objeto de definir el grado de cumplimentación del Plan de Seguridad, así como la obtención de unos índices de control a efectos de dejar constancia de los resultados obtenidos por la aplicación del citado plan.

  La Contrata podrá modificar criterios en el Plan Seguridad de acuerdo con sus propios medios, que como todo lo contenido en él deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa o de la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obas.

5. Índices de Control

En la obra se Elevarán obligatoriamente los índices siguientes:

a) Índice de Incidencia:

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.

Cálculo del I.I. = (Nº de accidentes con baja/nº de horas trabajadas) x 100

b) Índice de frecuencia:

Definición: Número de siniestros con baja, acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

Cálculo I.F. = (nº de accidentes con baja/nº de horas trabajadas) x 1.000.000

c) Índice de gravedad:

Definición : Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

Cálculo I.G. = (nº jornadas perdidas/ nº de horas trabajadas) x 1000

d) Duración media de incapacidades:

Definición: Numero de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

Calculo D.M.I. = Nº jornadas perdidas/ nº de accidentes con baja.

6. Partes de Accidentes y Deficiencias

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de use normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimos los siguientes datos con una tabulación ordenada:

Contará, al menos, con los datos siguientes: Identificación de la obra. Día, mes y año en que se ha producido el accidente. Hora de producción de accidente. Nombre del accidentado. Categoría personal y oficio del accidentado. Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente. Causas del accidente. Importancia aparente del accidente. Posible especificación sobre fallos humanos. Lugar, persona y forma de producirse la primera cura (Medico, practicante, socorrista, personal de obra) Lugar de traslado para hospitalización. Testigos del accidente (verificación nominal versiones de los mismos)

Como complemento de este parte se emitirá un informe que contenga:

- Explicaciones sobre cómo se hubiera podido evitar el accidente.

- Ordenes inmediatas para ejecutar.

PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA LEGAL

1. Disposiciones legales

Independientemente de la Legislación que se referencia en otro apartado de este Estudio de Seguridad y Salud, habrá que estar a lo dispuesto en la legislación siguiente:

REGULACION DE LA JORNADA DE TRABAJO Y DESCANSOS. R.D. 1561/1995 de 21 Septiembre y R.D. 2001/1983 de 28 Julio.

ESTABLECIMIENTO DE MODELOS DE NOTIFICACION DE ACCIDENTES DE TRABAJO. (O.M. 16 Diciembre 1987, B.O.E. 29 Diciembre 1987).

Incendios

NORMA BASICA EDIFICACION C.P.I-82. R.D. 1587/1982, 2' Junio. B.O.E. 21 Julio 1982 y B.O.E. 27 Septiembre 1982.

ORDENANZAS MUNICIPALES.

Instalaciones eléctricas:

REGLAMENTO DE LINEAS AEREAS DE ALTA TENSION

R.D. 3151/1968, 28 Noviembre. B.O.E. 27 Diciembre 1968. Rectificado: 8 Marzo 1969.

REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION

R.D. 2413/1973, 20 Septiembre. B.O.E. 9 Octubre 1973. INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS.

Maquinaria

REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES PARA OBRAS. O.M. 23 Mayo 1977.

REGLAMENTO DE APARATOS DE ELEVACION Y MANUTENCION DE LOS MISMOS.R.D. 2291/1985, 8 Noviembre. B.O.E. 11 Diciembre 1985

REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LAS MAQUINAS R.D. 1495/1986. B.O.E. Julio 1986.

Protecciones Personales

CERTIFICACION "CE" DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA TRABAJADORES. R.D. 1407/1992, B.O.E. 20 Noviembre 1992 (Directiva 89/686/CEE)

CONVENIOS COLECTIVOS DE LA CONSTRUCCION.

2. Póliza de Seguros

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubran tanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como les daños propios de su actividad como Constructoras.

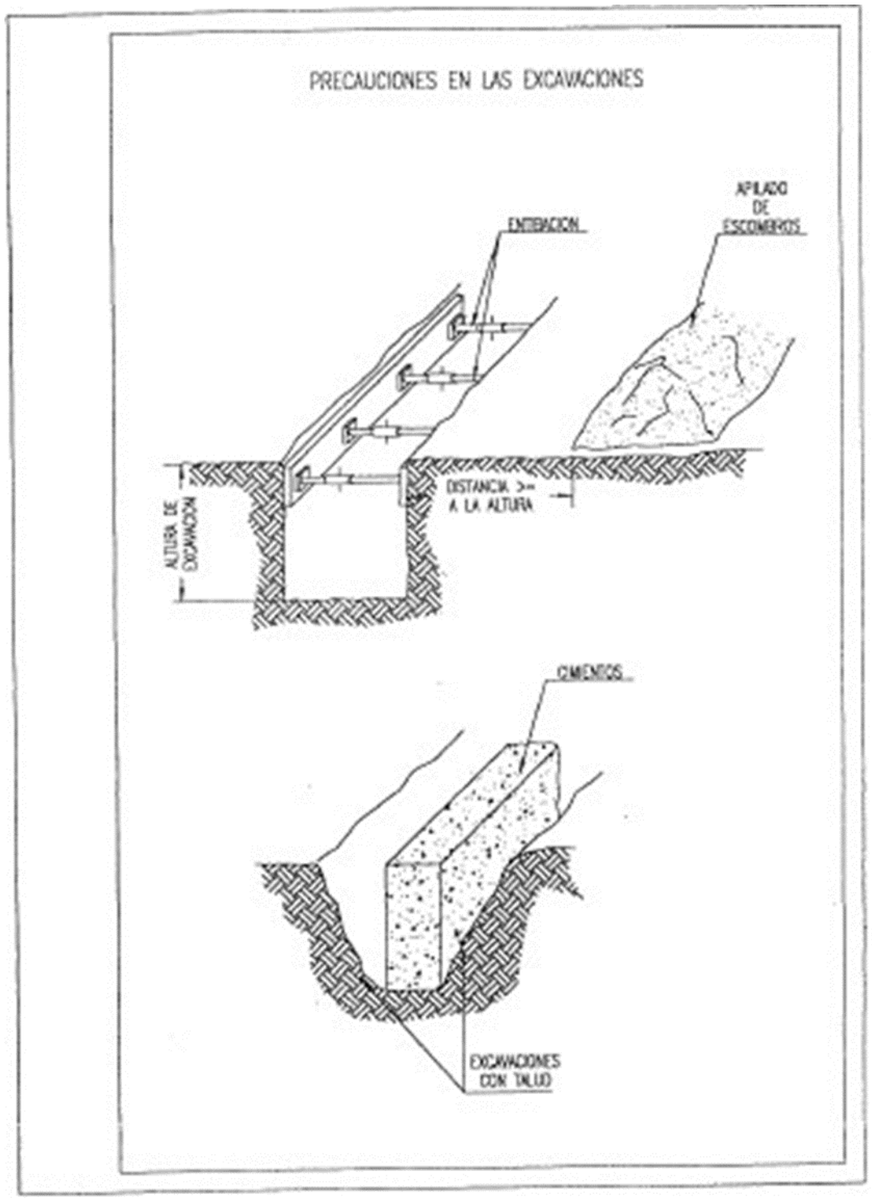
PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA ECONOMICA

1. Normas de certificación

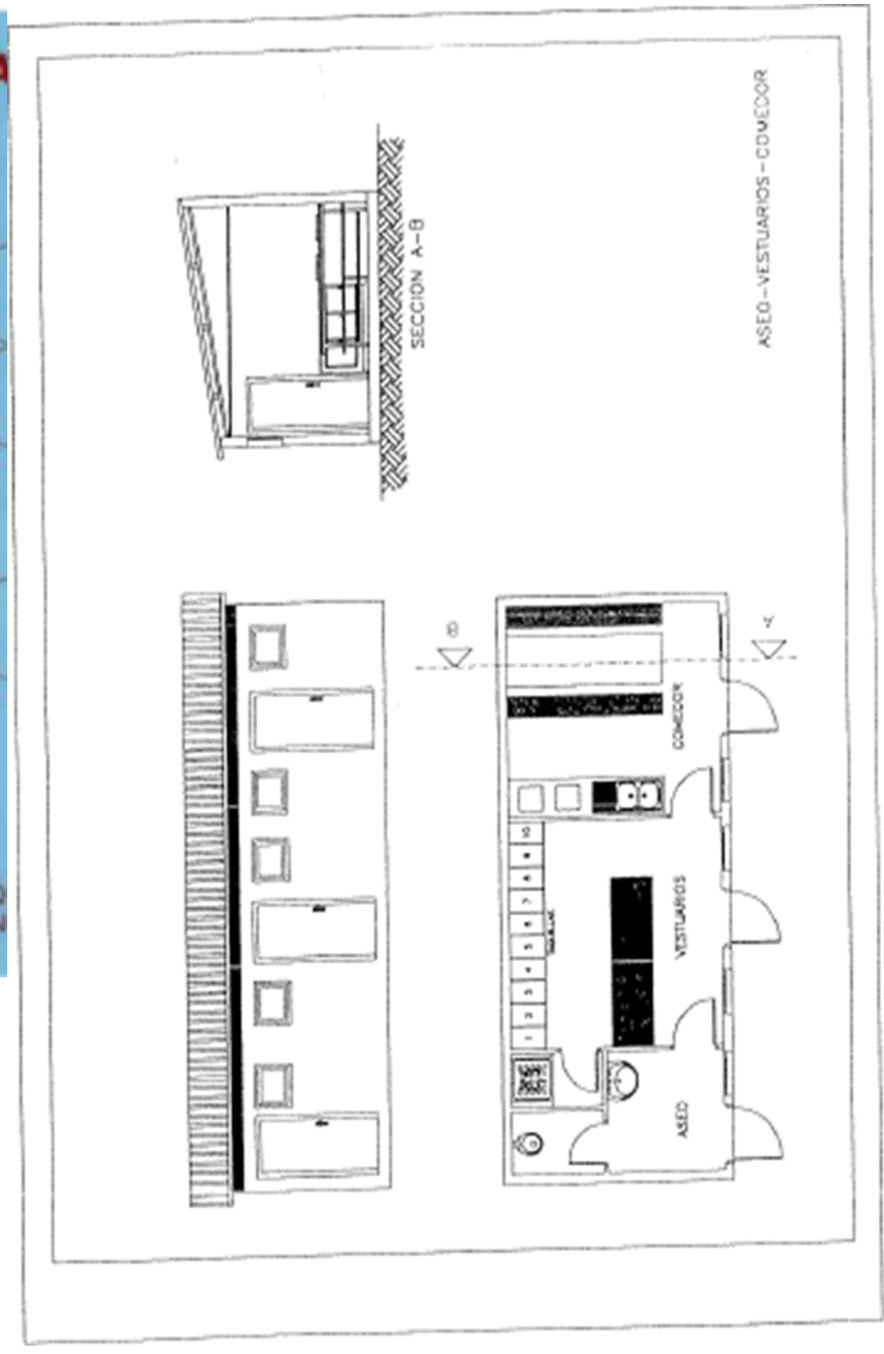
Salvo pacto en contrario, una vez al mes, la constructora redactará la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y de acuerdo con los precios contratados por el Promotor, siendo dicha valoración visada y aprobada por la Dirección Facultativa o la coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras, sin este requisito no podrá ser abonada por el Promotor. El abono de las certificaciones expuestas anteriormente se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

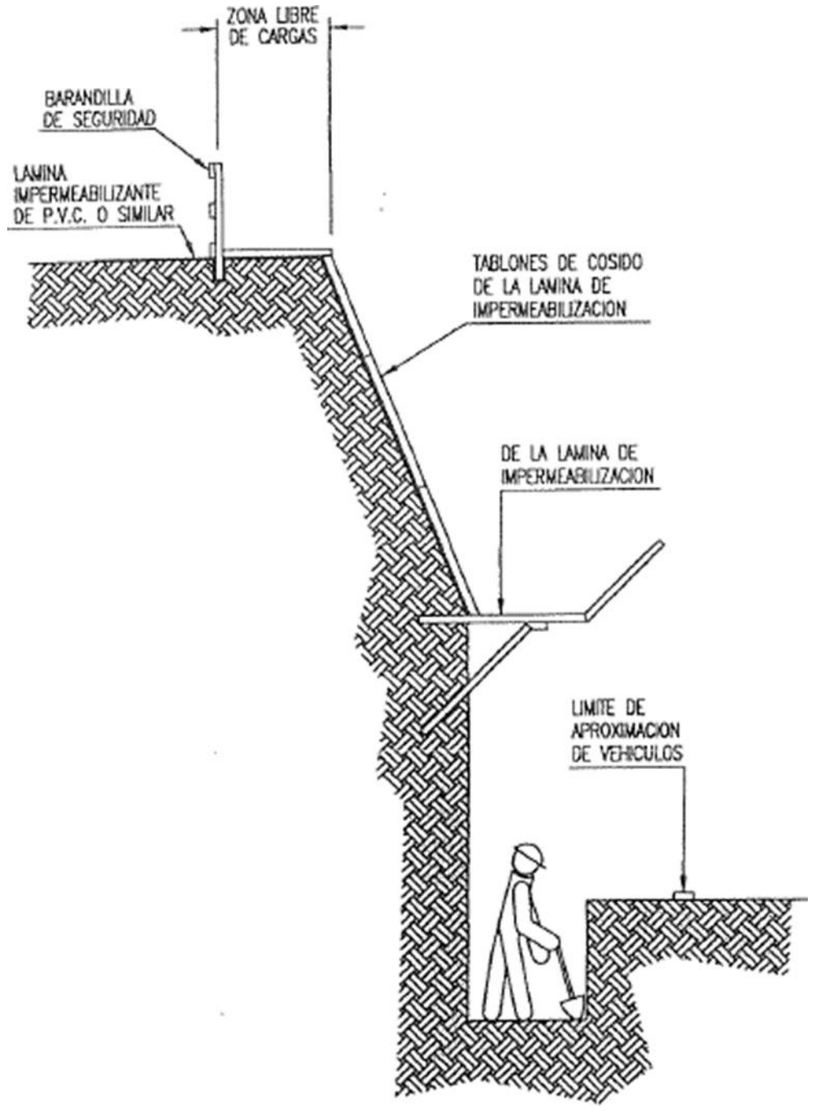
En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en principio, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose a su abono tal y como se indica en apartados. En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición al Promotor, por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa o la coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

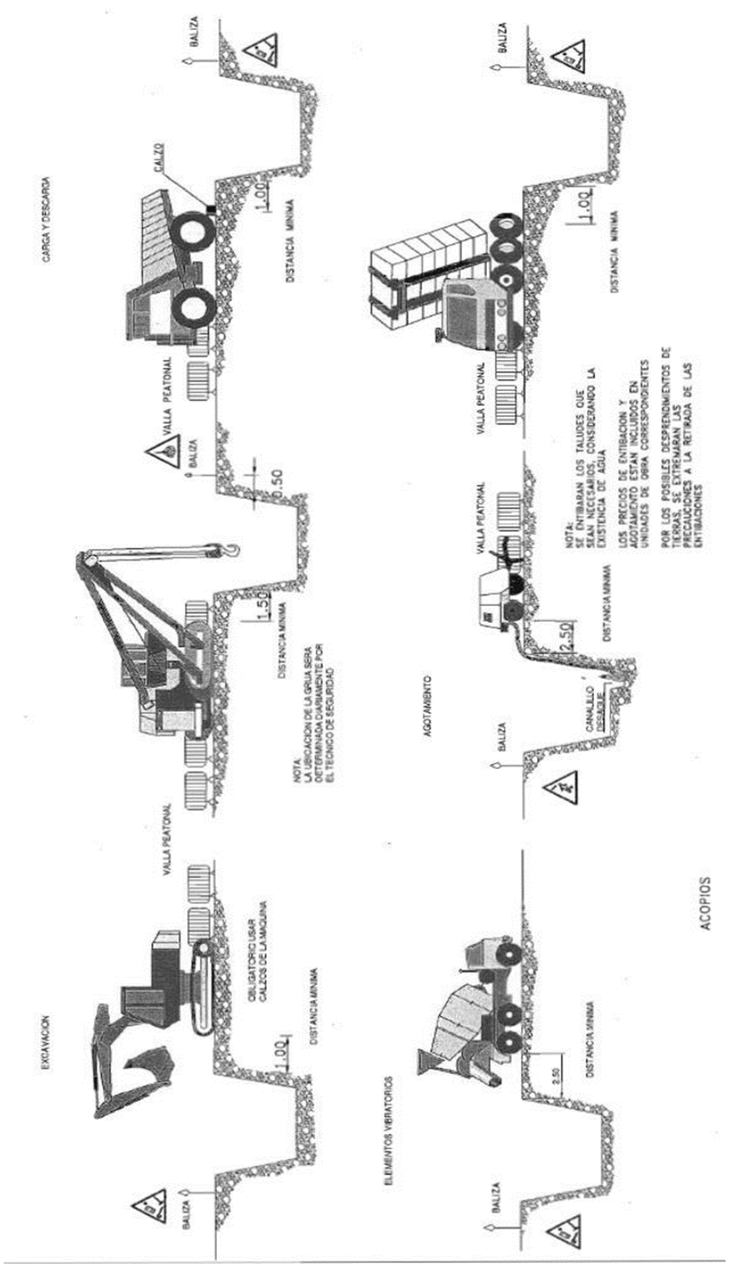
6. PLANOS

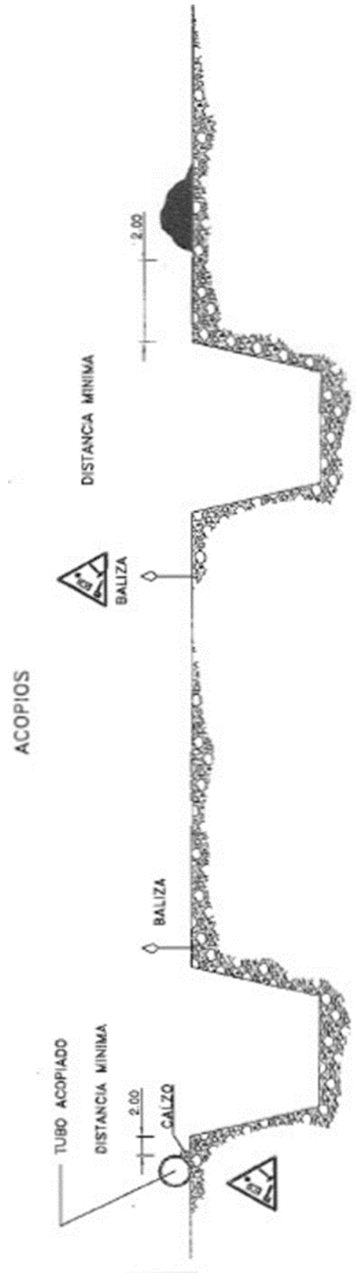

PRECAUCIONES EN LAS EXCAVACIONES
ENTIBACION
APILADO DE ESCOMBROS
ALTURA DE EXCAVACION
DISTANCIA >= A LA ALTURA
CIMIENTOS
EXCAVACIONES CON TALUD

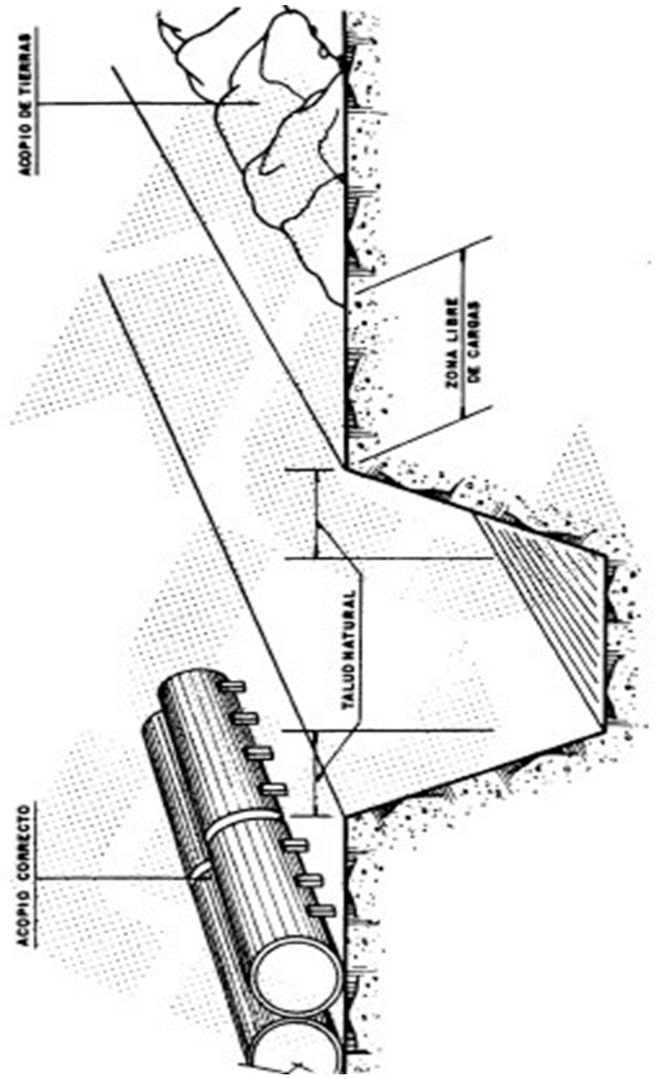
RECORDAR Q
CON URGEN

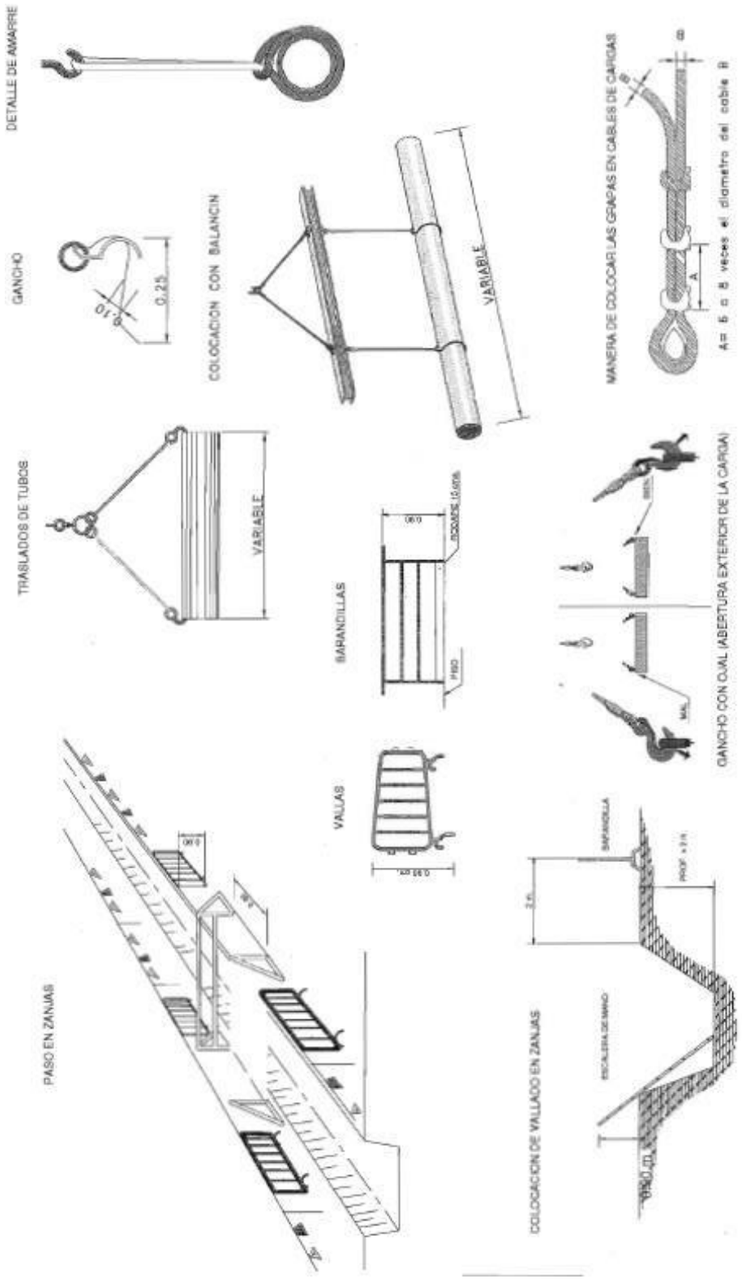

ASEO-VESTUARIOS-COMEDOR
SECCION A-B
A
B
COMEDOR
VESTUARIOS
ASEO

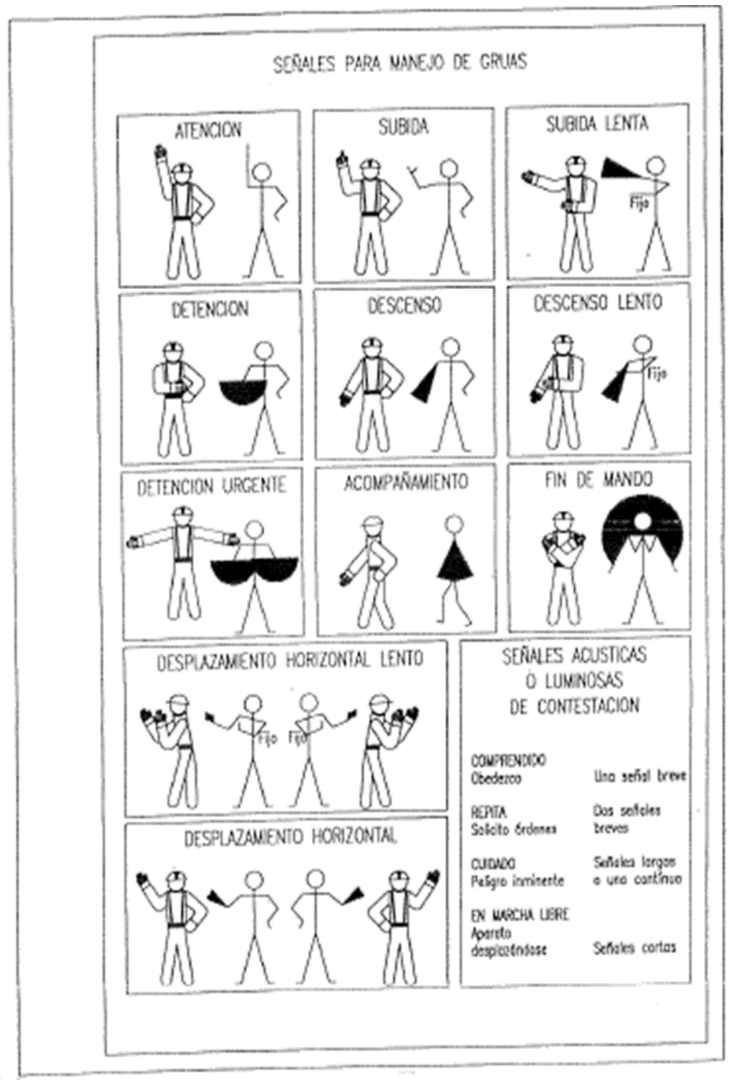

ZONA LIBRE DE CARGAS
BARANDILLA DE SEGURIDAD
LAMINA IMPERMEABILIZANTE DE P.V.C. O SIMILAR
TABLONES DE COSIDO DE LA LAMINA DE IMPERMEABILIZACION
DE LA LAMINA DE IMPERMEABILIZACION
LIMITE DE APROXIMACION DE VEHICULOS


BALIZA
CALZO
1.00
DISTANCIA MINIMA
VALLA PEATONAL
0.50
1.50
CARGA Y DESCARGA
EXCAVACION
OBLIGATORIO USAR CALZOS DE LA MAQUINA
ELEMENTOS VIBRATORIOS
2.50
AGOTAMIENTO
CANALILLO DESAGUE
NOTA:
SE ENTIBARAN LOS TALUDES QUE SE INDICAN EN LOS CONDICIONANTES DE LA EXISTENCIA DE AGUA
LOS PRECIOS DE ENTIBACION Y AGOTAMIENTO ESTAN INCLUIDOS EN UNIDADES DE OBRA CORRESPONDIENTES
POR LOS POSIBLES DESPRENDIMIENTOS DE PIEDRAS SE TENDRAN LAS PRECAUCIONES EXTREMAS A LA RETIRADA DE LAS ENTIBACIONES
ACOPIOS


ACOPIOS
DISTANCIA MINIMA
2.00
BALIZA
BALIZA
TUBO ACOPIADO
DISTANCIA MINIMA
2.00
CALZO


ACOPIO DE TIERRAS
ZONA LIBRE DE CARGAS
TALUD NATURAL
ACOPIO CORRECTO

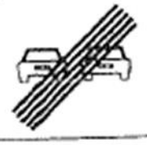
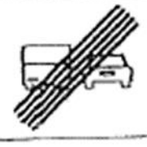

DETALLE DE AMARRE
GANCHO
0,25
0,10
COLOCACION CON BALANCIN
VARIABLE
MANERA DE COLOCAR LAS GRAPAS EN CABLES DE CARGAS
A= 6 a 8 veces el diametro del cable Ø
TRABILADOS DE TUBOS
VARIABLE
BARANDILLAS
PISO
VALLAS
GANCHO CON CIAL (ABERTURA EXTERIOR DE LA CARGA)
PASO EN ZANJAS
COLOCACION DE VALLADO EN ZANJAS
BARANDILLA
ESCALERA DE MANO
VALLAS


SEÑALES PARA MANEJO DE GRUAS
ATENCION
SUBIDA
SUBIDA LENTA
Fijo
DETENCION
DESCENSO
DESCENSO LENTO
Fijo
DETENCION URGENTE
ACOMPAÑAMIENTO
FIN DE MANDO
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL LENTO
Fijo
Fijo
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
SEÑALES ACUSTICAS O LUMINOSAS DE CONTESTACION
COMPRENDIDO
Obedezco
Una señal breve
REPITA
Solicito órdenes
Dos señales breves
CUIDADO
Peligro inminente
Señales largas o una continua
EN MARCHA LIBRE
Aparato desplazándose
Señales cortas

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja III)

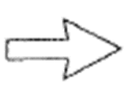
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
FIN DE PROHIBICIONES		NEGRO	BLANCO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (Hoja II)

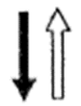
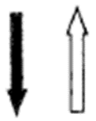
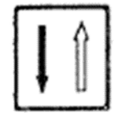
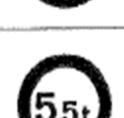
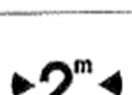
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PIQUETE		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
HITO DE BORDE REFLEXIVO Y LUMINISCENTE		NARANJA	NARANJA	NARANJA	
GUIRNALDA		ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	
BASTIDOR MOVIL		ROJO AMBAR (Segun	BLANCO sectores interiores)	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
VELOCIDAD MAXIMA	40	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	BLANCO	
GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO		ROJO	AZUL	ROJO	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO BLANCO	AZUL	BLANCO	
ENTRADA PROHIBIDA		AMARILLO	ROJO	ROJO	
ENTRADA PROHIBIDA A VEHICULOS DE TRANSPORTE DE MERCANCIAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE PESO	5,5 t	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE ANCHURA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE ALTURA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

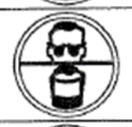
SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81.501)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASARN A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE OBLIGACION (II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE CINTURON DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE PELIGRO (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFOROS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

7. PRESUPUESTO

Tenemos un presupuesto de 4408,22 euros en seguridad y salud

ANEJO Nº9 – IMPACTO AMBIENTAL

Contenido

1. Estudio de impacto ambiental 2

1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La ley de Control Ambiental Integrado 17/2006, de 11 de Diciembre de la Comunidad Autónoma de Cantabria, establece en su Título lll, Capítulo ll, Artículo 27, la obligación a someter a Evaluación de Impacto Ambiental a aquellos proyectos, actividades o instalaciones comprendidos en el anexo B2 de la mencionada ley. Dentro del citado anexo se encuentra el 'Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y gestión del agua'.

Dado que las características de las obras a las que se refiere el presente "Abastecimiento de aguas a Matienzo", no se encuentran contempladas en los supuestos técnicos del mencionado grupo, no se considera necesario que este Proyecto precise Evaluación de Impacto Ambiental.

No son previsibles impactos medioambientales significativos y se cuidará especialmente la ejecución de las obras para evitar riesgos o impactos medioambientales.

ANEJO Nº10 – INFORME DE CALIDAD DEL AGUA

Contenido

1. Estudio de calidad de las aguas 2

1. ESTUDIO DE CALIDAD DE LAS AGUAS

No se ha realizado ningún análisis de la calidad del agua en La Cuevona. No obstante, en la Cordillera Cantábrica, predominan los suelos de composición caliza (CO3Ca) y margas mesozoicas, bastante permeables y solubles al agua. Por otra parte, la orografía montañosa de Cantabria, ha configurado cuencas fluviales profundas y encajadas. Estas circunstancias favorecen, que tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas, presenten arrastres y filtraciones de los componentes y contaminantes de la tierra, hacia los acuíferos.

Las aguas captadas para la producción de agua de consumo humano, suelen presentar, en mayor o menor medida, contaminación microbiológica por la presencia de gérmenes de origen fecal, así como turbidez, favorecida principalmente por el régimen de lluvias.

La contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, tiene su origen principalmente, en la contaminación ambiental, que puede provenir de:

- Vertidos de aguas residuales, domésticas e industriales, sin depurar.
- Vertidos de residuos sólidos, de origen doméstico e industrial.
- Vertidos de los excrementos del ganado.
- Malas prácticas agrarias.
- Enterramientos y abandono de animales muertos, con posibilidad de arrastre filtración de materia orgánica.
- Vertidos accidentales de sustancias nocivas o peligrosas.

Cuando el agua captada presenta contaminación y el tratamiento es inexistente, irregular o insuficiente, el agua de consumo puede presentar riesgos para la salud de la población abastecida. Hasta hace unos años, los principales riesgos derivados del agua de consumo eran las enfermedades infecciosas de transmisión hídrica. En la mayor parte de estos brotes, están implicados bacterias y virus, y con menor frecuencia, protozoos.

Captación	Código de la masa de agua	Estado ecológico	Calidad físico-química
Plan Valdáliga	ES113MAR000410	Bueno	Buena
Plan Santillana	ES098MAR000292	Bueno	Buena
Plan Pas	ES092MAR000230	Bueno	Buena
Plan Miera	ES086MAR000100	Bueno	Buena
Plan Noja	ES085MAR000080	Moderado (*)	Buena
Plan Asón	ES084MAR000060	Moderado (*)	Muy Buena
Sist. Agüera	ES076MAR000011	Moderado (+)	Sin datos
Plan Castro (Sámano)	ES516MAR002310	Malo (*)	Sin datos
Plan Castro (Mioño)	ES516MAR002300	Moderado (*)	Buena
Plan Alto de la Cruz	ES085MAR000090	Moderado (*)	Buena
Plan Camaleño	ES120MAR000490	Bueno	Buena
Plan Vega de Liébana	ES121MAR000500	Malo (*)	Sin datos
Plan Liébana	ES123MAR000510	Bueno	Muy Buena
El Soto (Santander)	ES090MAR000200	Moderado (*)	Buena
La Penilla (Santander)	ES092MAR000250	Bueno	Muy Buena
Torrelavega	ES111MAR000370	Bueno	Muy Buena

Tabla: Calidad del agua en los puntos de captación de aguas superficiales

Se plantea la incorporación en el depósito de una bomba dosificadora de hipoclorito sódico y una filtración a presión. El agua de la captación cumple prácticamente sin tratamiento los límites impuestos en el Real Decreto 140/2003 sobre aguas para consumo humano.

ANEJO Nº11– ACTUACIÓN EN CASO DE SEQUÍA O AVERÍA

Contenido

1. Desarrollo 2
1.1. Propuesta 1 2
1.2. Propuesta 2 2
1.3. Propuesta 3 2
2. Conclusión 3

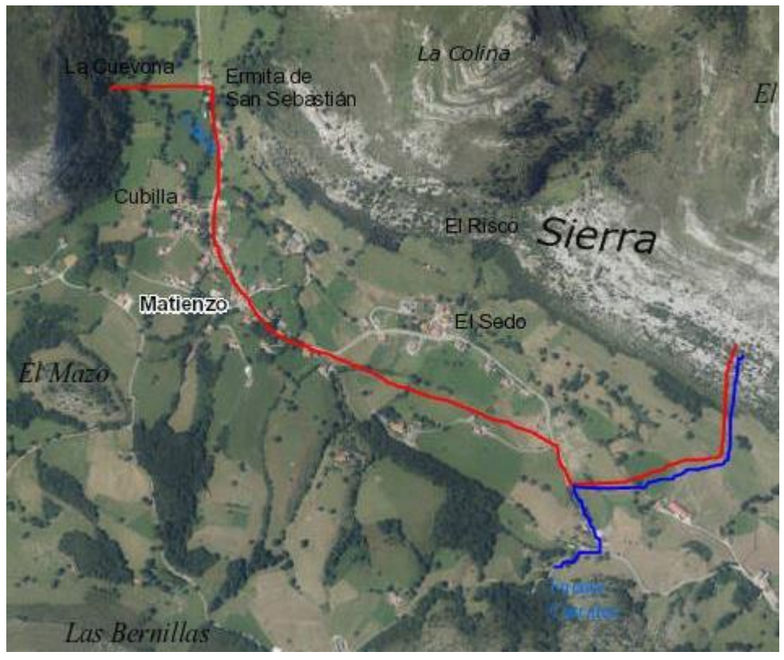
1. DESARROLLO

Al tener esta solución una única captación que lleve el agua al depósito, podrían presentarse problemas si surge una avería en la conducción dejando sin agua a la población si dicha avería se prolonga más de dos días, pues el depósito está calculado para suministrar agua durante este tiempo sin recibir suministro de agua.

En el caso de sequía de la captación o avería extrema en la conducción:

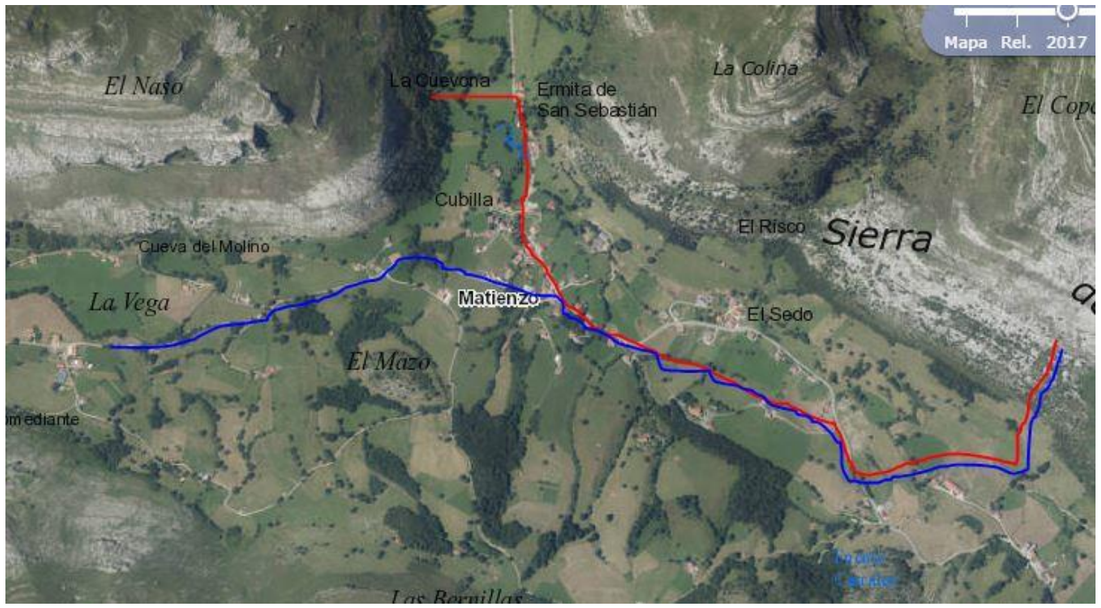
1.1. PROPUESTA 1

1. Bombeo desde la Fuente de Carrales, donde la altura manométrica (Hm) es de 120,7067 m y el caudal a suministrar sería de 7,074 m^3/h, correspondiente al caudal medio.



1.2. PROPUESTA 2

2. Bombeo desde el Río Comediante, donde la altura manométrica (Hm) es de 178,467 m y el caudal a suministrar sería de 7,074 m^3/h, correspondiente al caudal medio.



1.3. PROPUESTA 3

3. Conexión de uno de los ramales de la red de distribución con la red de distribución de Riba.

2. CONCLUSIÓN

Estas 3 propuestas consideradas en el caso de avería extrema o sequía de la captación de este proyecto, no serán calculadas. Sólo se mencionan para ser tenidas en cuenta como plan alternativo y para poder asegurar el abastecimiento de la población.

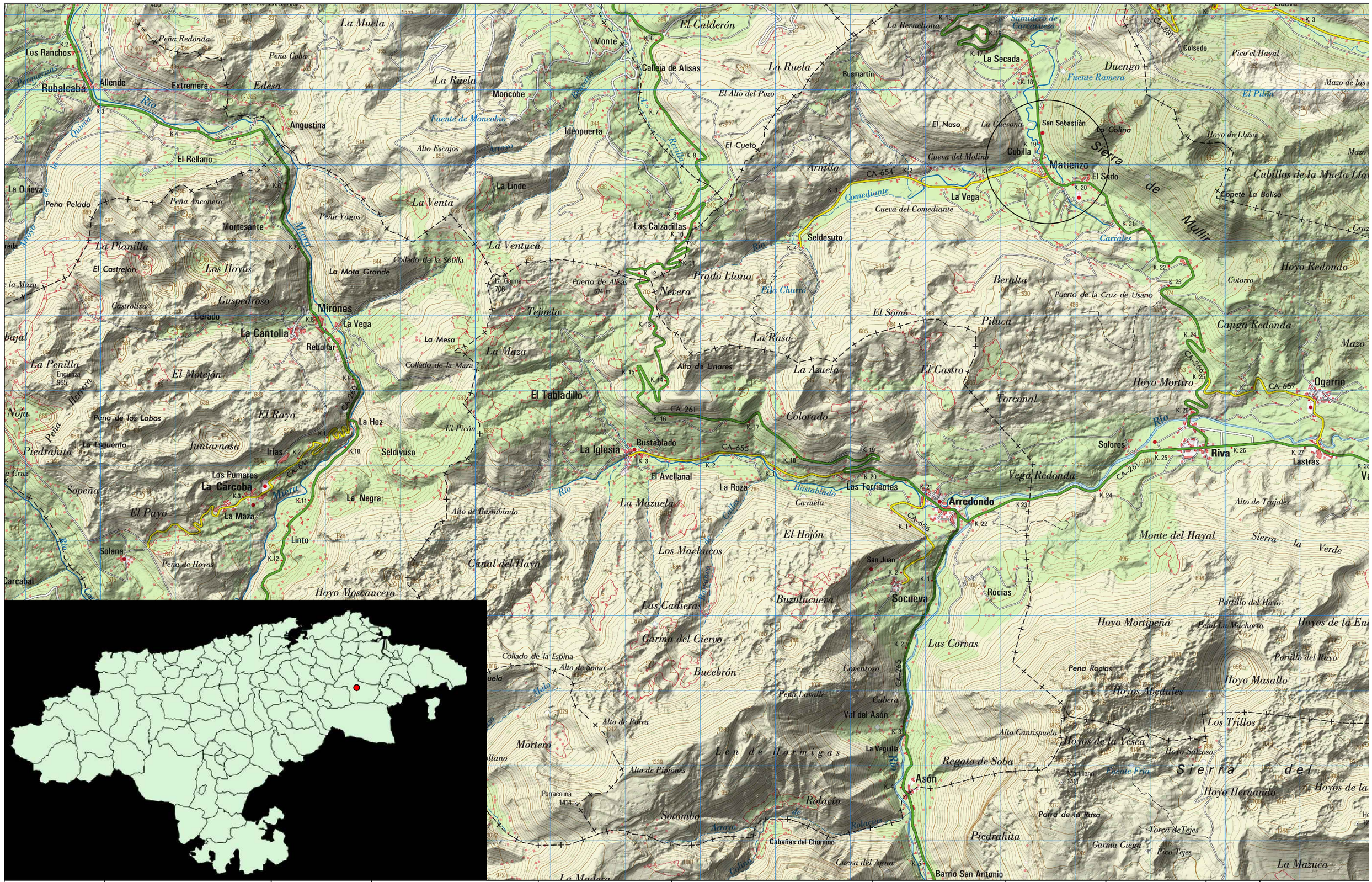
PLANOS

1. INDICE DE LOS PLANOS

- SITUACIÓN
- PLANTA GENERAL DE LA CONDUCCIÓN
- PERFIL DE LA CONDUCCIÓN
- PLANTA DE LA RED DE ABASTECIMIENTO
- SERIE DE PERFILES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
- SECCIONES DE ZANJA
- OBRAS DE FÁBRICA
- DEPÓSITO

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

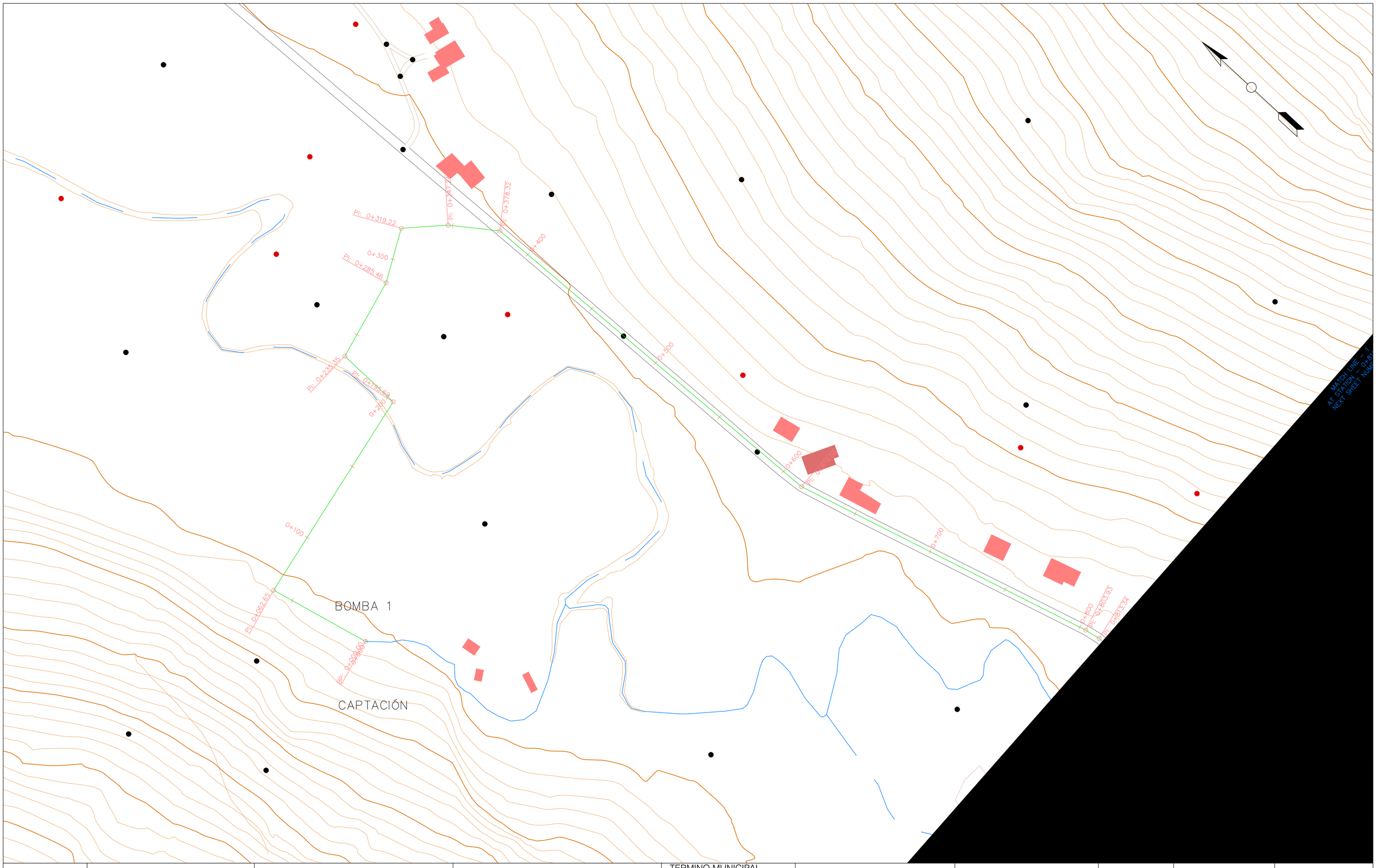
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA PROYECTO FIN DE CARRERA	TIPO PROYECTO	TITULO ABASTECIMIENTO DEAGUA	TERMINO MUNICIPAL MATIENZO(RUESGA) PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO PLANO SITUACIÓN	AUTOR SAMUEL-ELOY RIAÑO-LARIOS	ESCALA VARIAS	FECHA JUNIO2020	NORTE	PLANO N 1

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 2 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

MATCH LINE - 2
STATION 1+632.00
SHEET NUMBER 3

PI: 0+827.68
PI: 0+862.12
PI: 0+886.44
0+900
PI: 1+052.15
PI: 1+082.56
1+100
1+200
PI: 1+300
1+400
PI: 1+433.78
1+500
1+600

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 3 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

SHEET NUMBER: 4
2+448.00

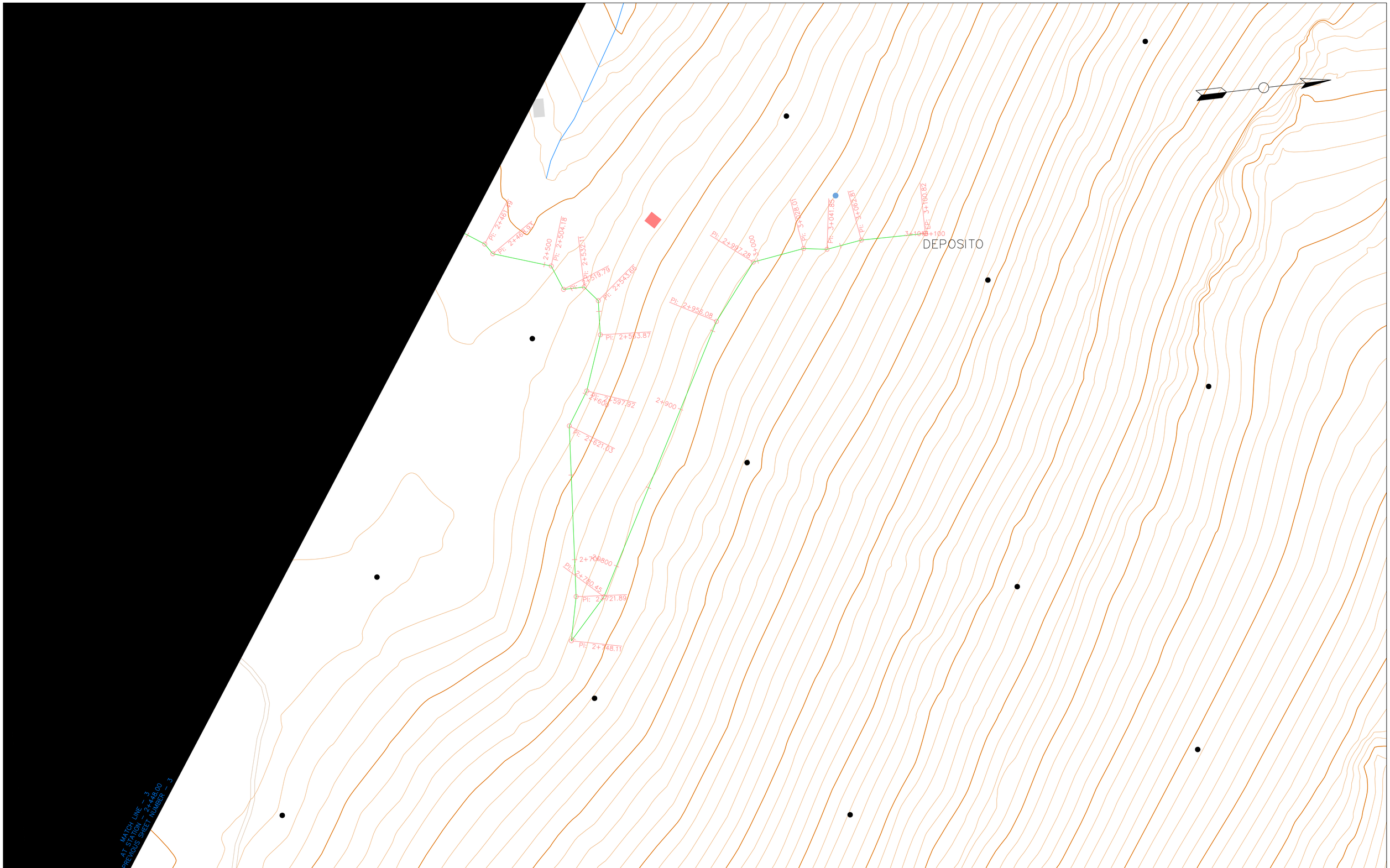
1+700
1+800
1+900
2+000
Pk: 2+064.06
PK: 1+997.70
Pk: 2+427.69
Pk: 2+379.08
2+400
BOMBA 2
Pk: 2+174.19
Pk: 2+185.80
2+300
2+200
Pk: 2+230.04

MATCH LINE – 3
AT STATION 1+632.00
PREVIOUS SHEET NUMBER – 2

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 4 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

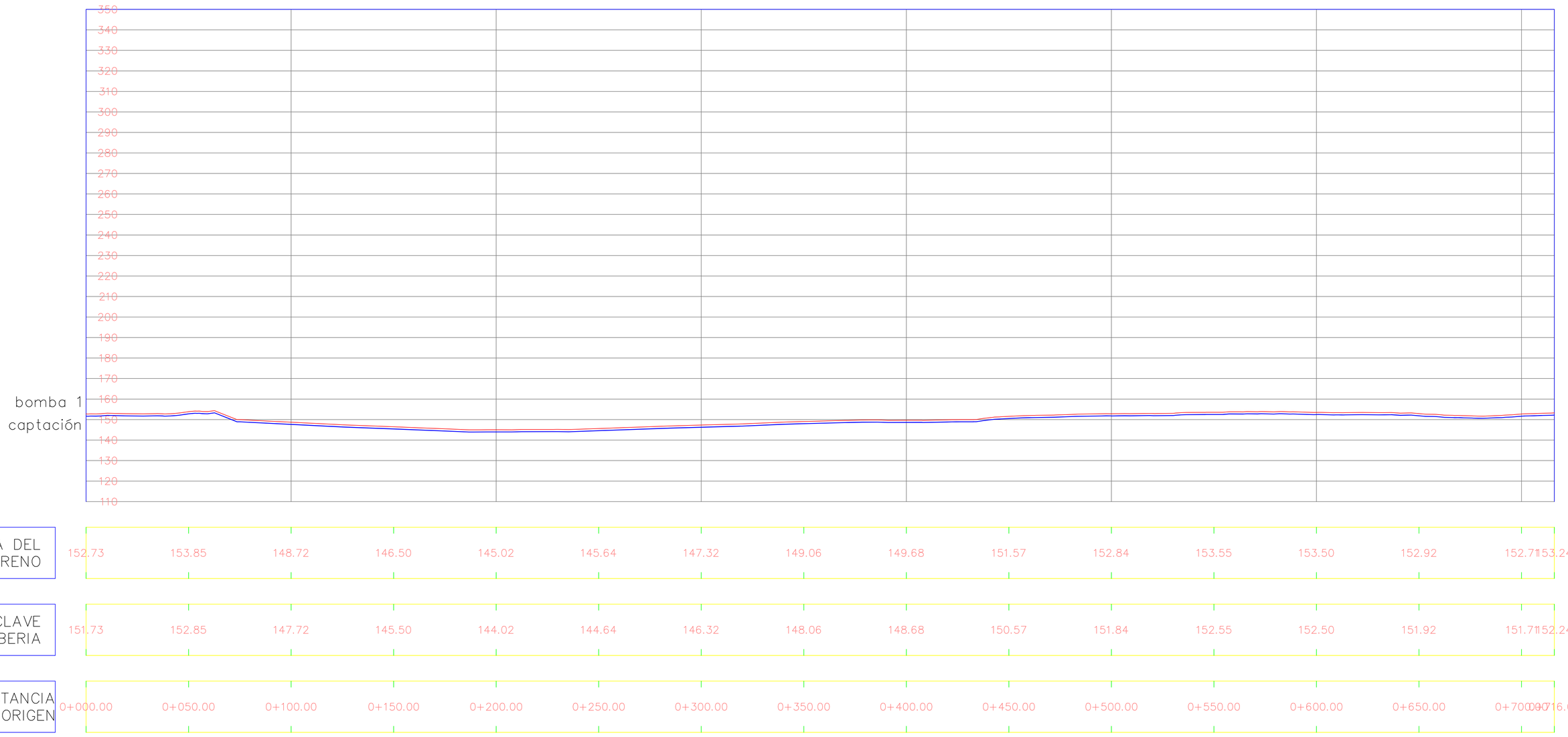


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 5 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL RUESGA PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO Perfil Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 6 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

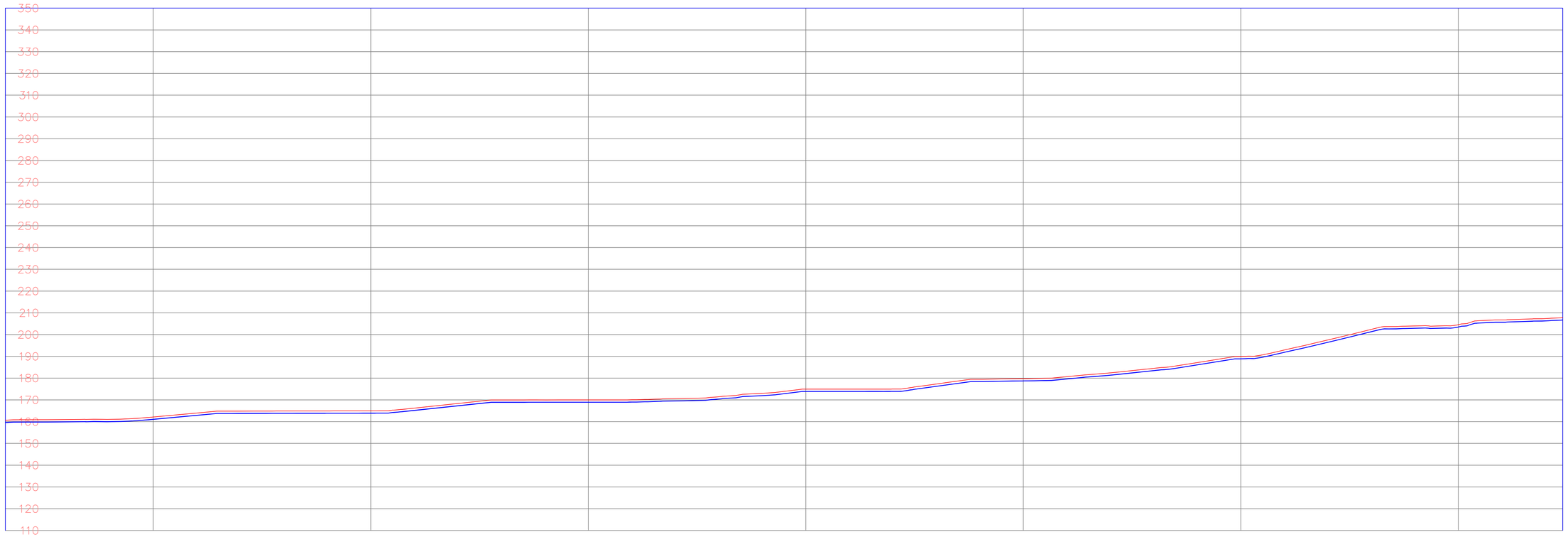
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

COTA DEL TERRENO	153.24	153.41	153.87	153.54	151.43	152.47	154.97	155.12	155.00	155.28	157.45	158.46	158.78	159.43	160.00	160.66
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	152.24	152.41	152.87	152.54	150.43	151.47	153.97	154.12	154.00	154.28	156.45	157.46	157.78	158.43	159.00	159.66
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+150.00	1+200.00	1+250.00	1+300.00	1+350.00	1+400.00	1+432.00

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL RUESGA PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO Perfil Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 7 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

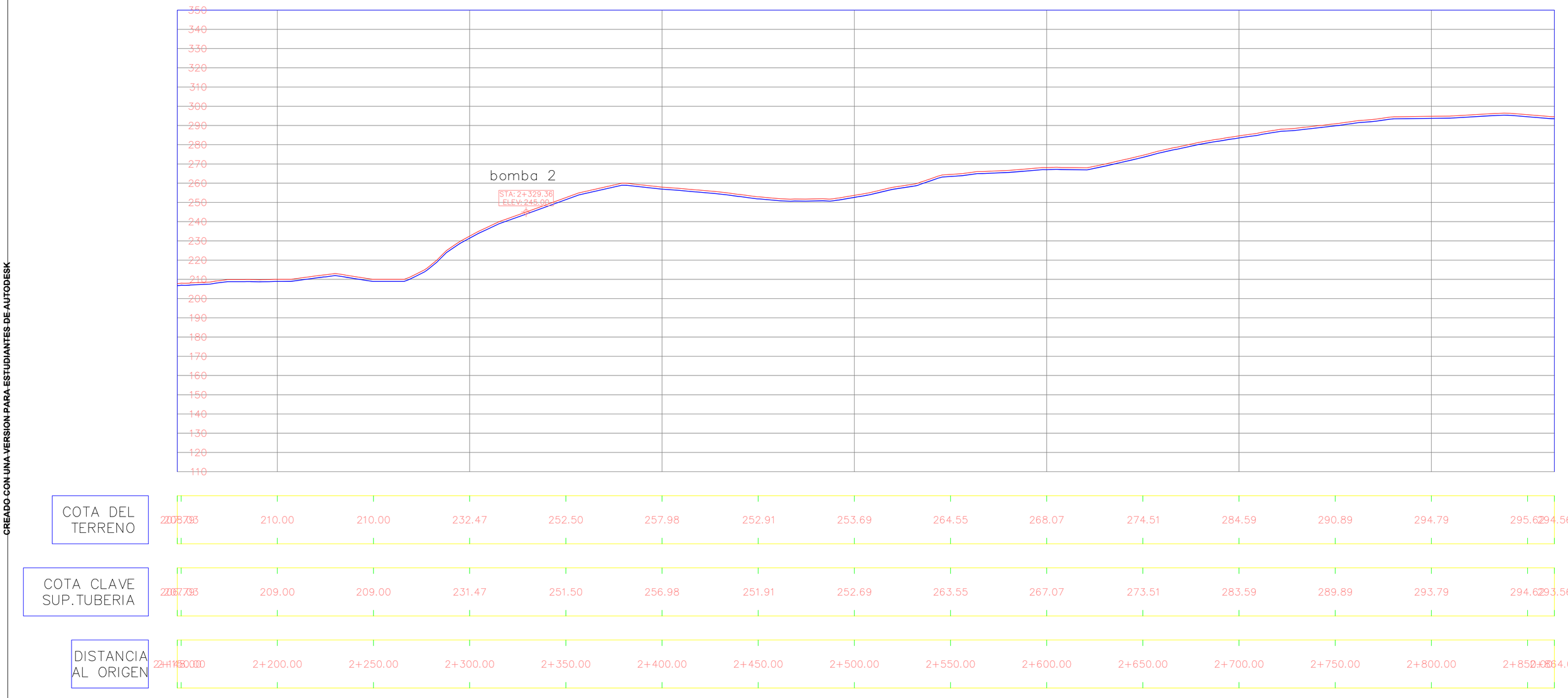


COTA DEL TERRENO	160.66	160.88	162.13	164.88	164.97	169.40	170.00	170.77	174.94	175.94	179.78	183.45	189.92	199.94	204.56	207.79
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	159.66	159.88	161.13	163.88	163.97	168.40	169.00	169.77	173.94	174.94	178.78	182.45	188.92	198.94	203.56	206.79
DISTANCIA AL ORIGEN	1+432.00	450.00	1+500.00	1+550.00	1+600.00	1+650.00	1+700.00	1+750.00	1+800.00	1+850.00	1+900.00	1+950.00	2+000.00	2+050.00	2+100.00	2+148.00

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL RUESGA PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO Perfil Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 8 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

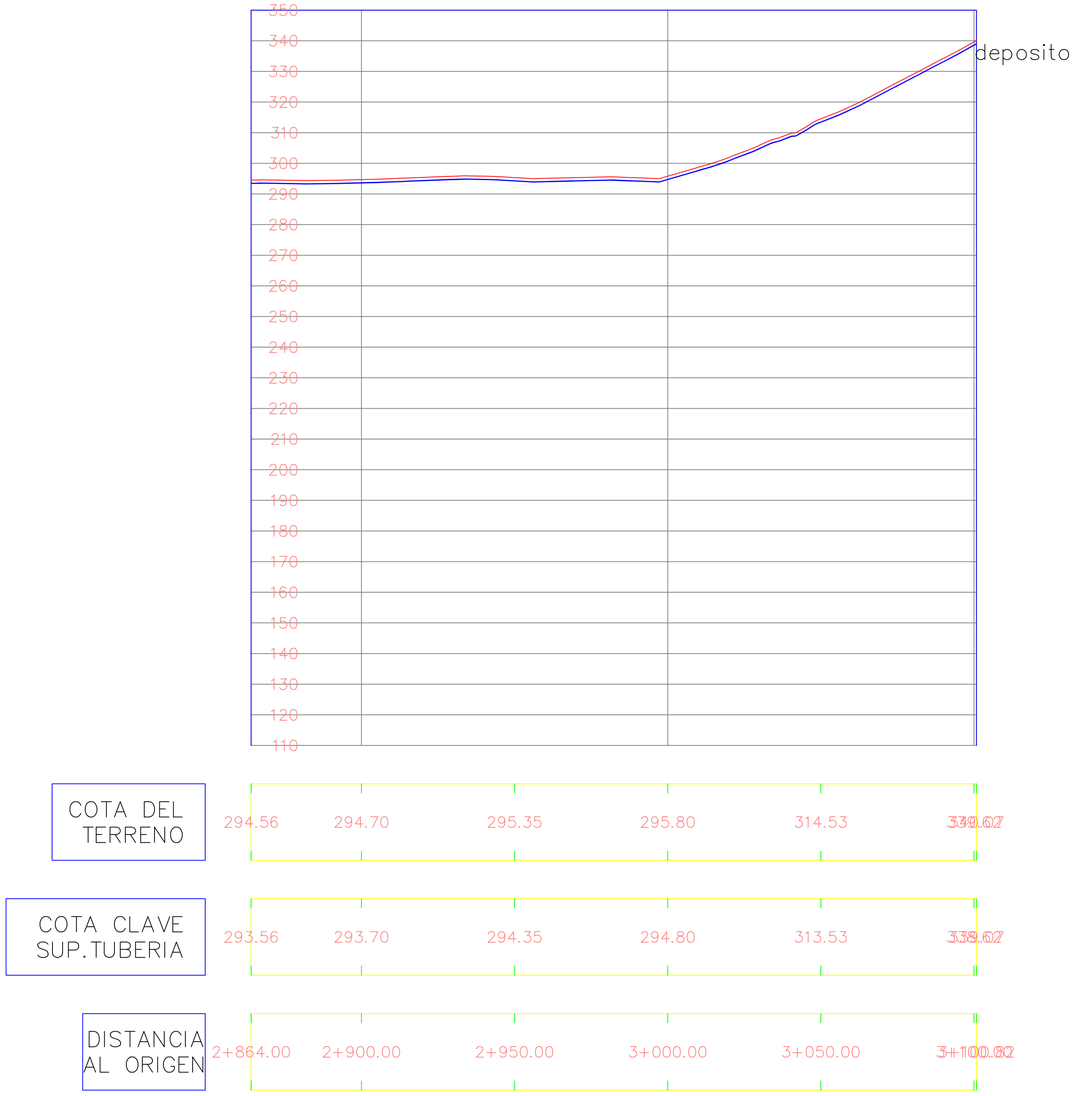
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL RUESGA PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO Perfil Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 9 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

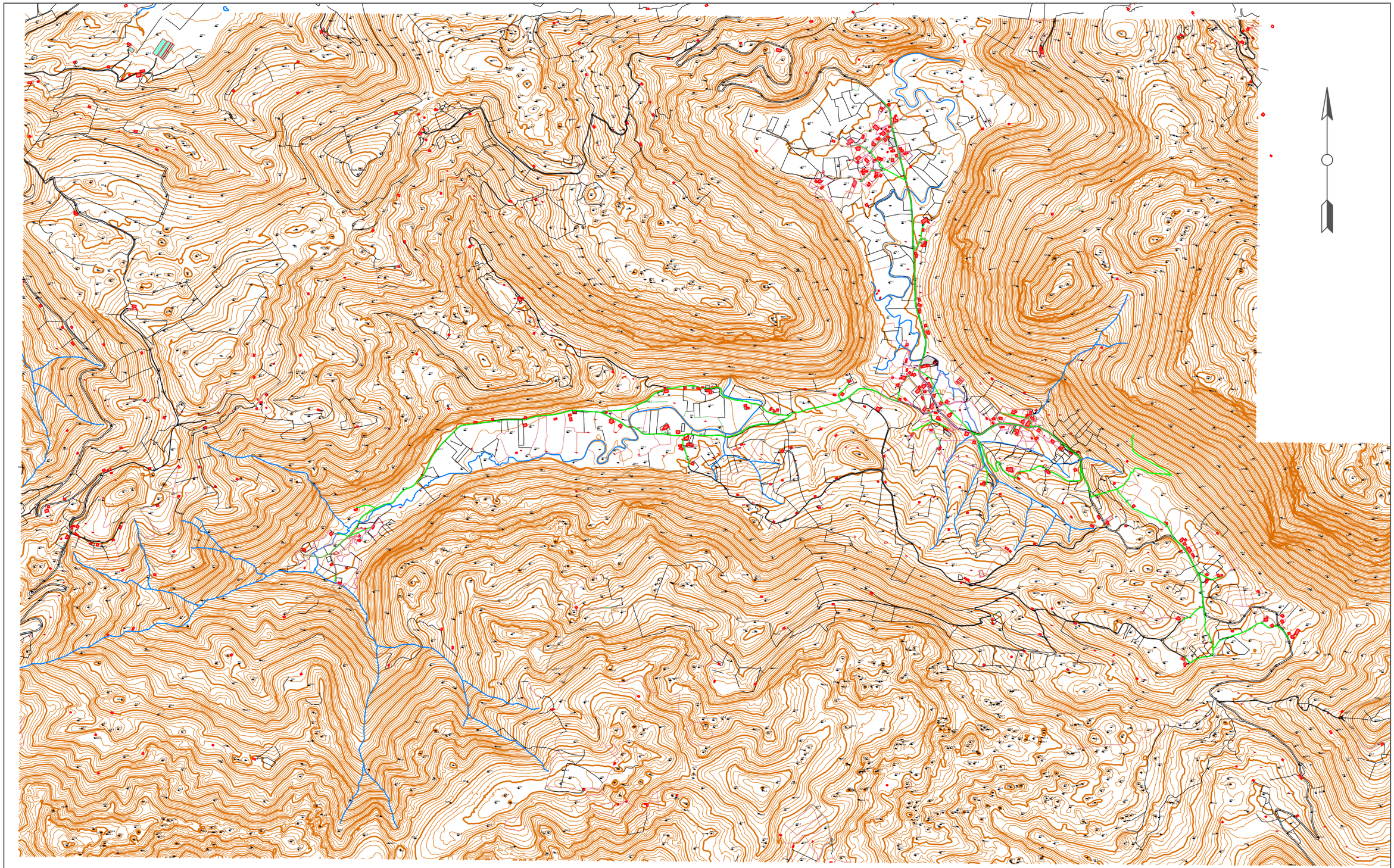
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Mateienzo	TERMINO MUNICIPAL RUESGA PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO Perfil Conducción	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 10 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

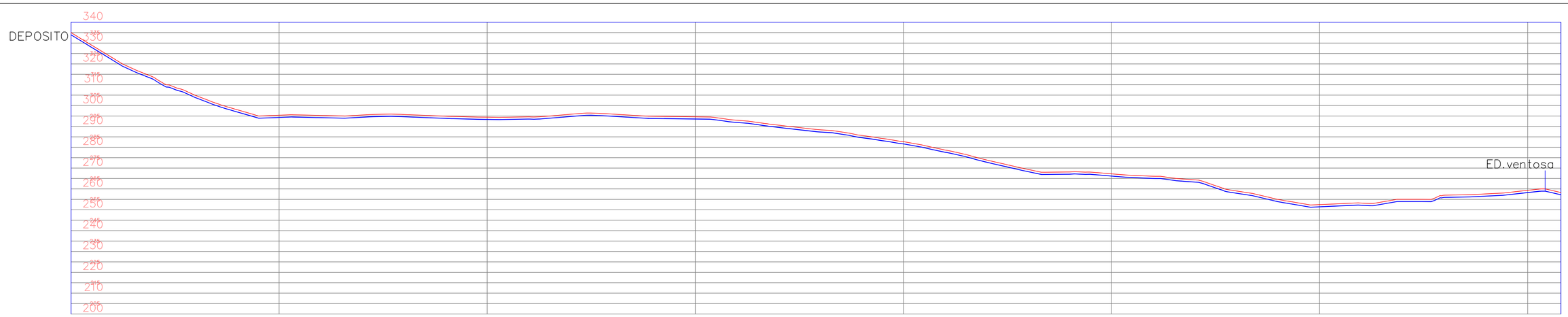


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

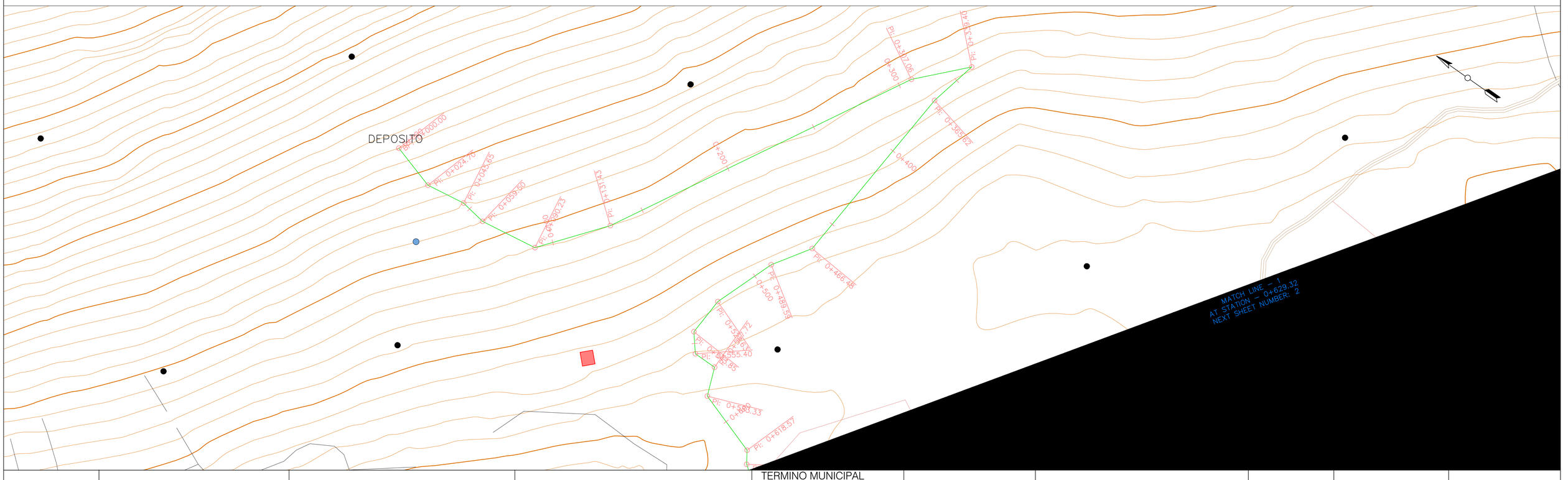
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta de la Red	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/20.000	FECHA junio 2020	PLANO 11 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



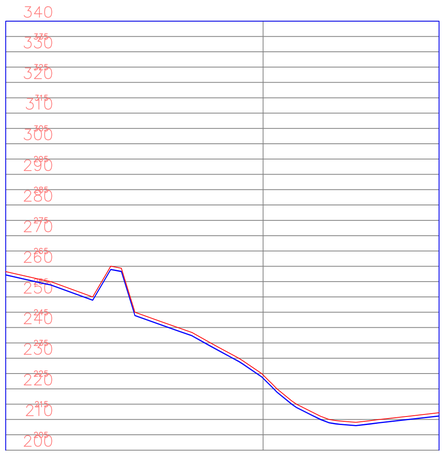
COTA DEL TERRENO	335.00	308.76	295.36	295.85	294.43	296.42	294.63	289.46	282.66	271.60	267.24	261.58	252.49	255.01	259.33	258.27
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	334.00	307.76	294.36	294.85	293.43	295.42	293.63	288.46	281.66	270.60	266.24	260.58	251.49	254.01	258.33	257.27
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+716.00



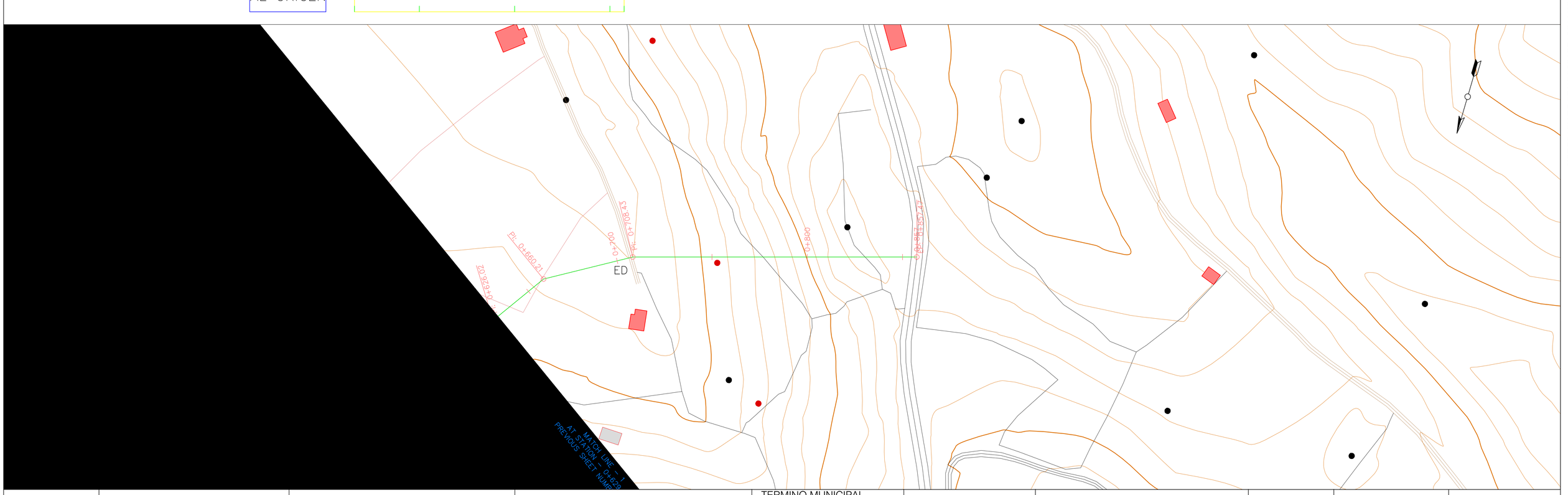
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 12 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



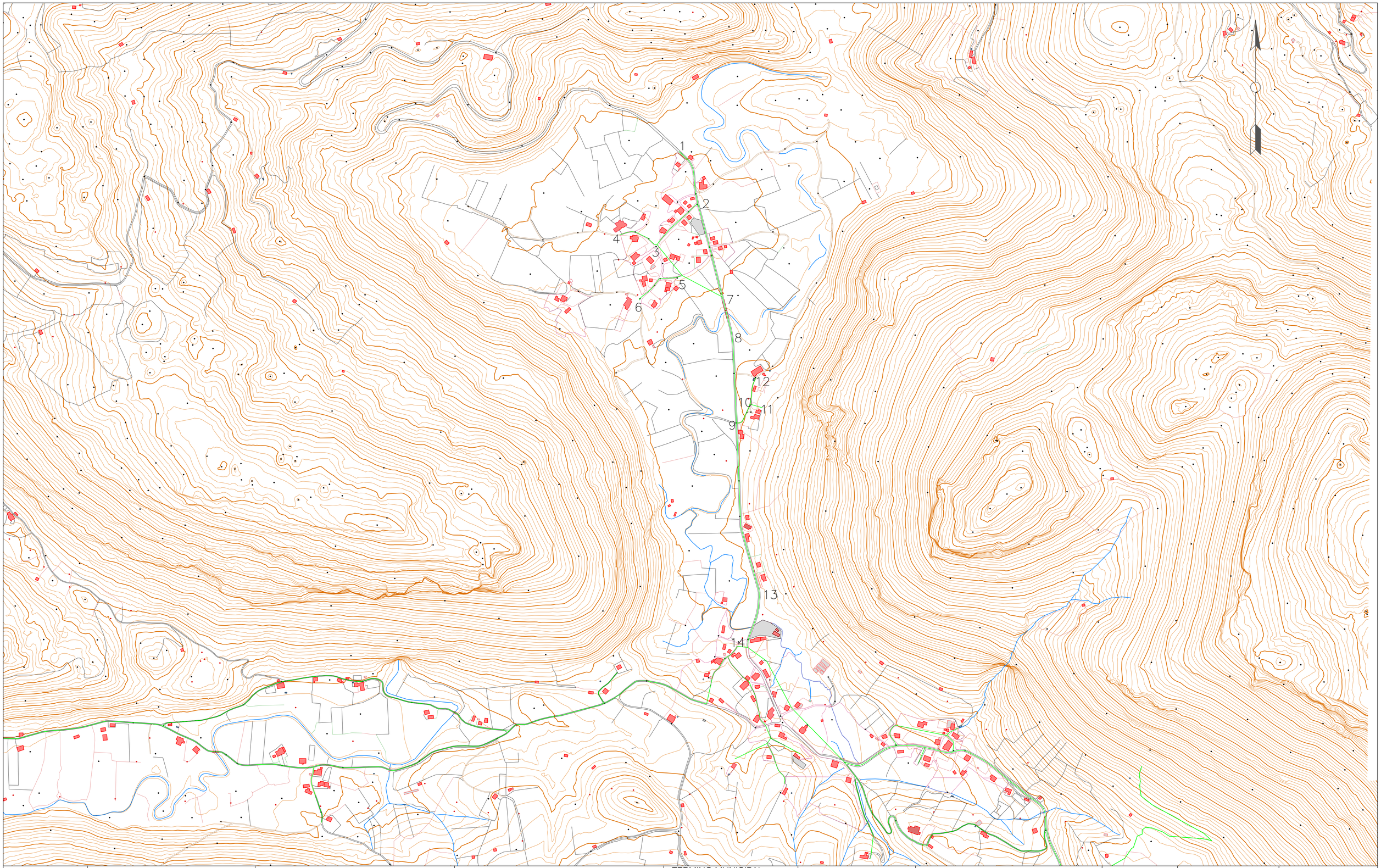
COTA DEL TERRENO	258.27	259.58	224.54	211.38	216.20		
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	257.27	258.58	223.54	210.38	215.20		
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+856.57	0+860.47		



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabri	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 13 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

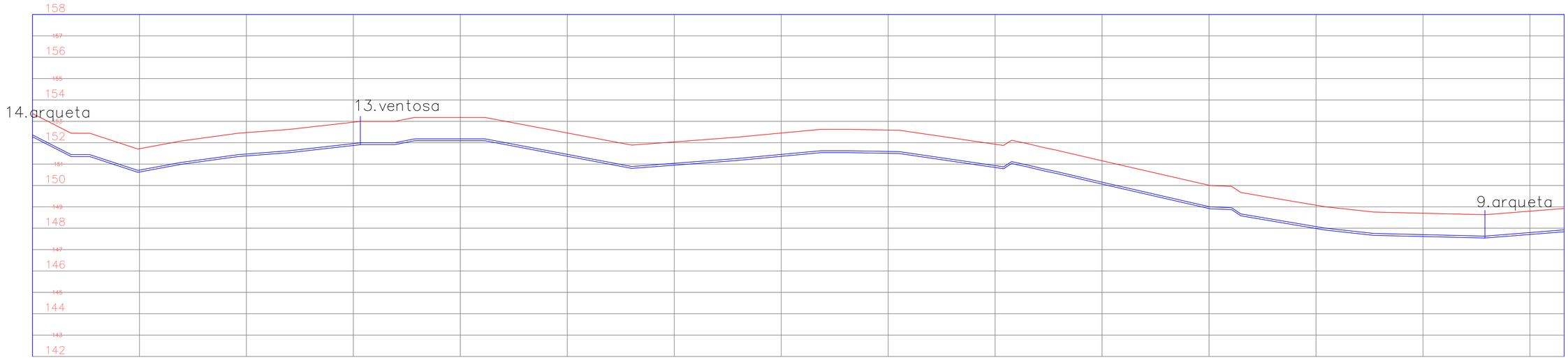
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

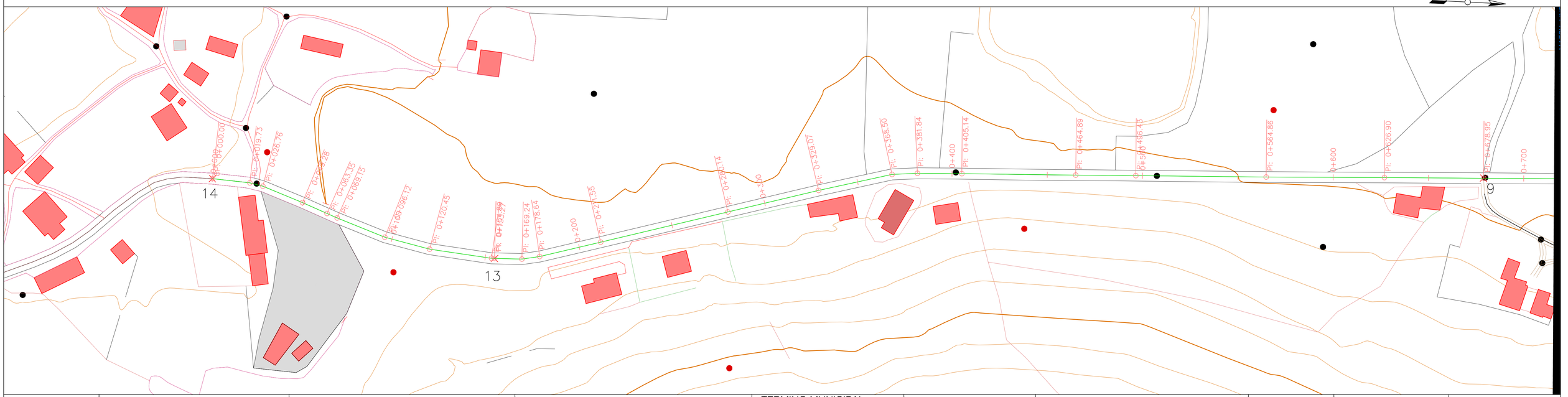
TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/5000	FECHA Junio 2020	PLANO 14 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



COTA DEL TERRENO	153.37	151.72	152.47	152.96	153.18	152.46	152.04	152.45	152.59	151.93	151.15	150.01	149.08	148.70	148.80	148.92
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	152.37	150.72	151.47	151.96	152.18	151.46	151.04	151.45	151.59	150.93	150.15	149.01	148.08	147.70	147.80	147.92
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+716.00



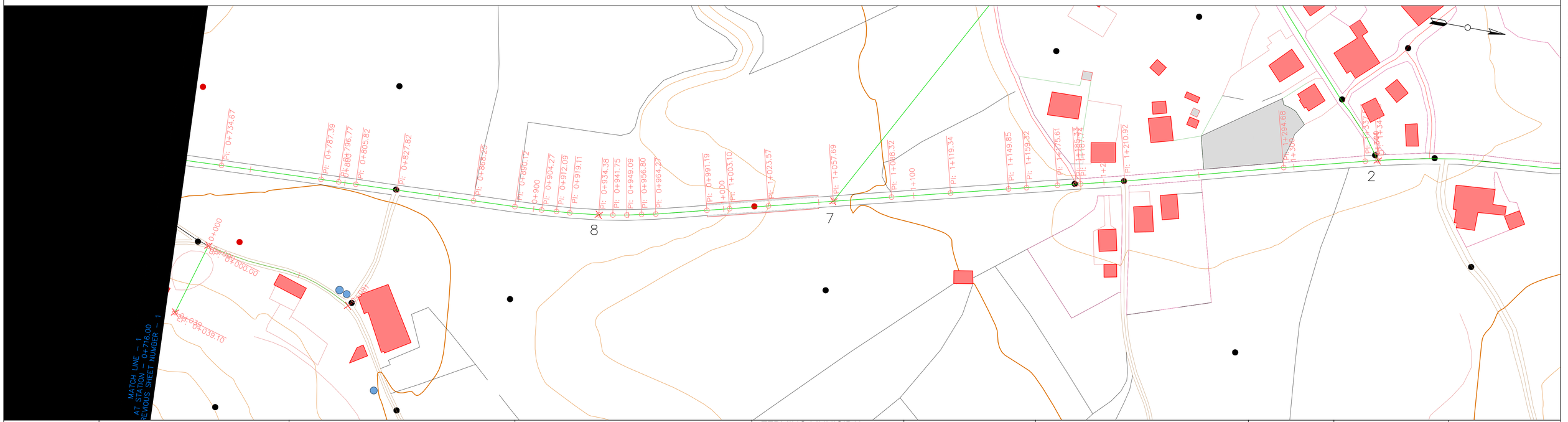
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios

ESCALA	FECHA	PLANO	HOJA
1/1000	Junio 2020	15	DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

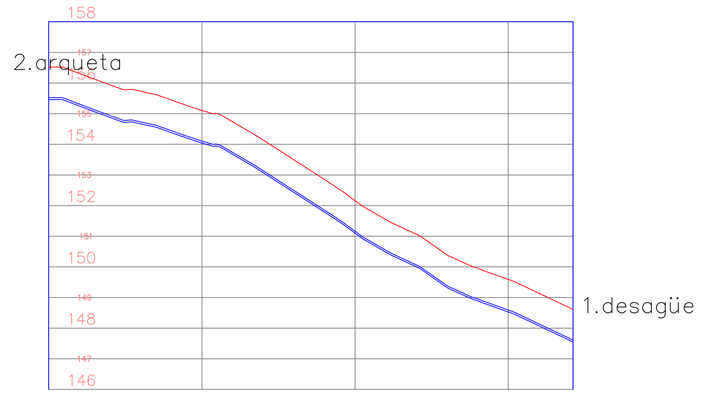
COTA DEL TERRENO	148.92	149.29	149.76	149.36	148.90	148.76	149.71	149.71	151.04	153.32	155.76	156.37	156.62	156.52
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	147.92	148.29	148.76	148.36	147.90	147.76	148.71	148.71	150.04	152.32	154.76	155.37	155.62	155.52
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+150.00	1+200.00	1+250.00	1+300.00	1+344.23



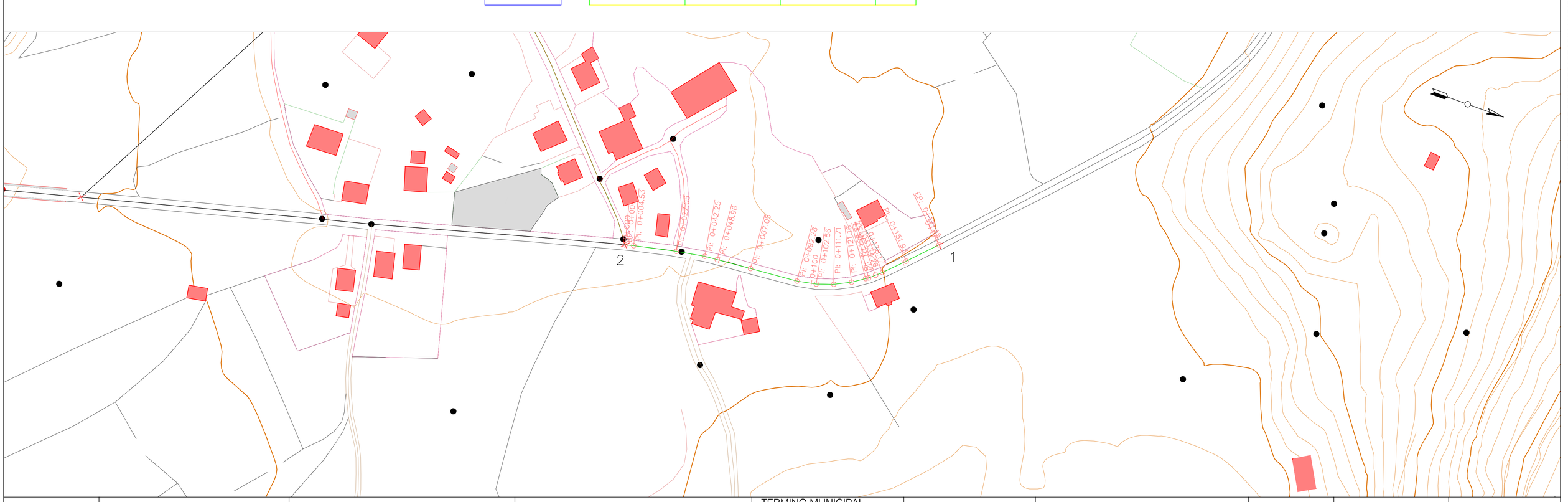
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 16 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



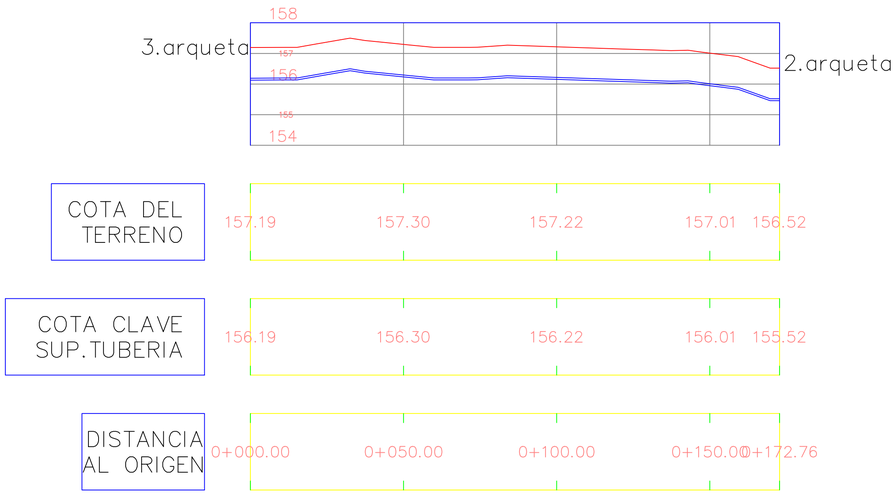
COTA DEL TERRENO	156.52	155.10	152.16	149.59	148.61
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	155.52	154.10	151.16	148.59	147.61
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+171.15



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 17 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

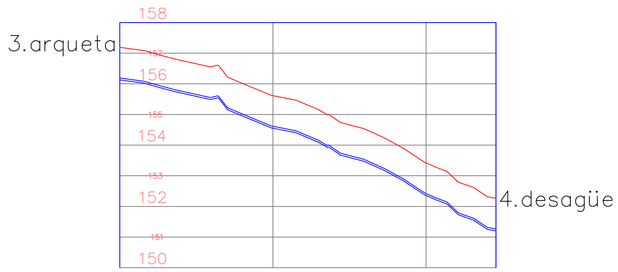
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 18 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



COTA DEL TERRENO	157.19	155.61	153.42	152.26
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	156.19	154.61	152.42	151.26
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+122.79

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO: Red de abastecimiento

TITULO: Abastecimiento de agua a Matienzo

TERMINO MUNICIPAL: Ruesga

PROVINCIA: Cantabria

TITULO DEL PLANO: Planta-Perfil

AUTOR: Samuel Eloy Riaño Larios

ESCALA: 1/1000

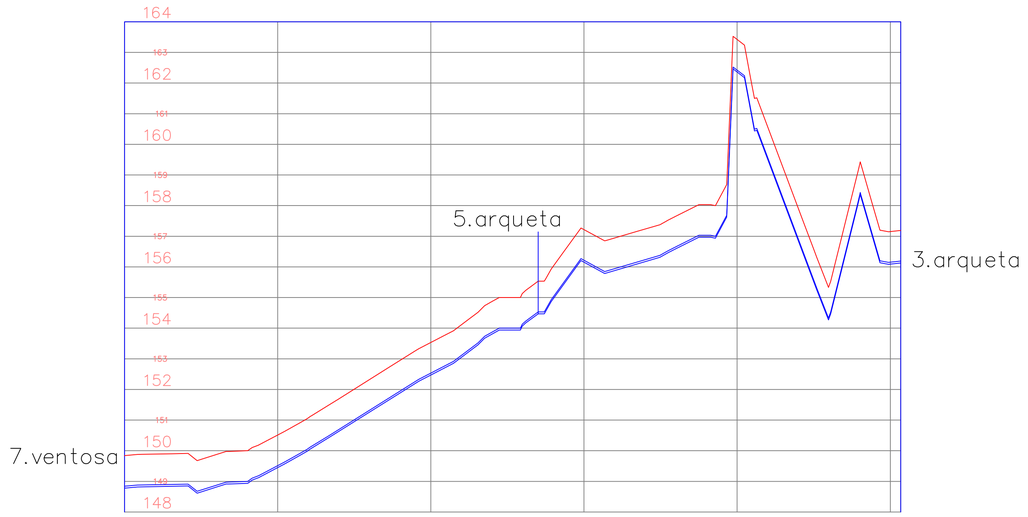
FECHA: Junio 2020

PLANO 19

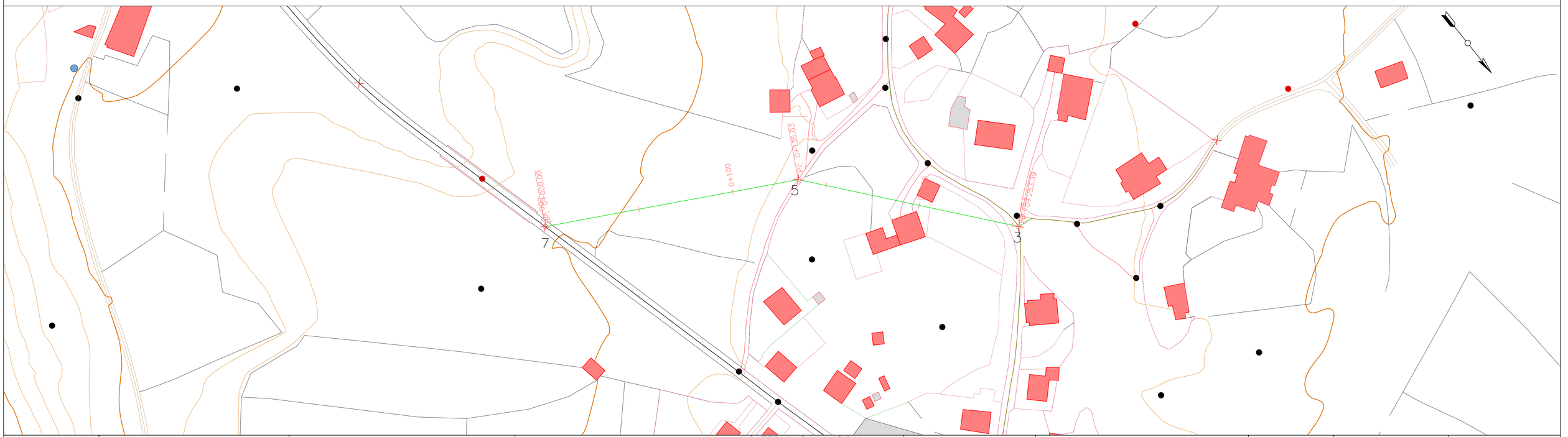
HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



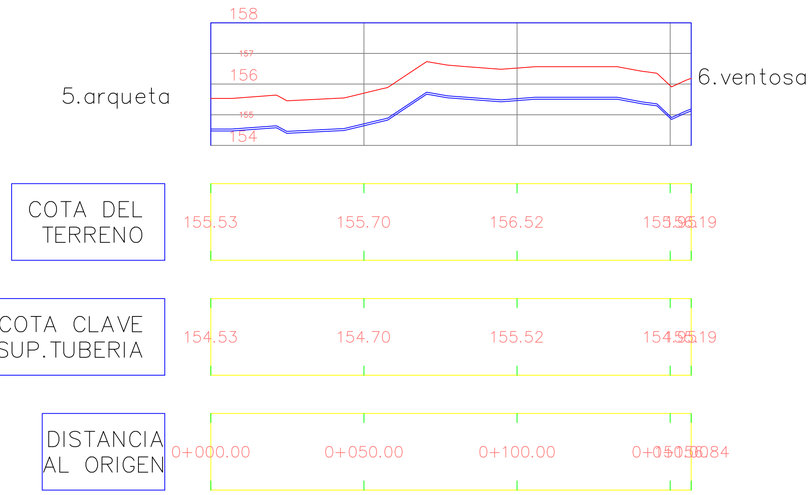
COTA DEL TERRENO	149.84	150.51	153.54	157.22	163.42	157.59
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	148.84	149.51	152.54	156.22	162.42	156.59
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+226.39

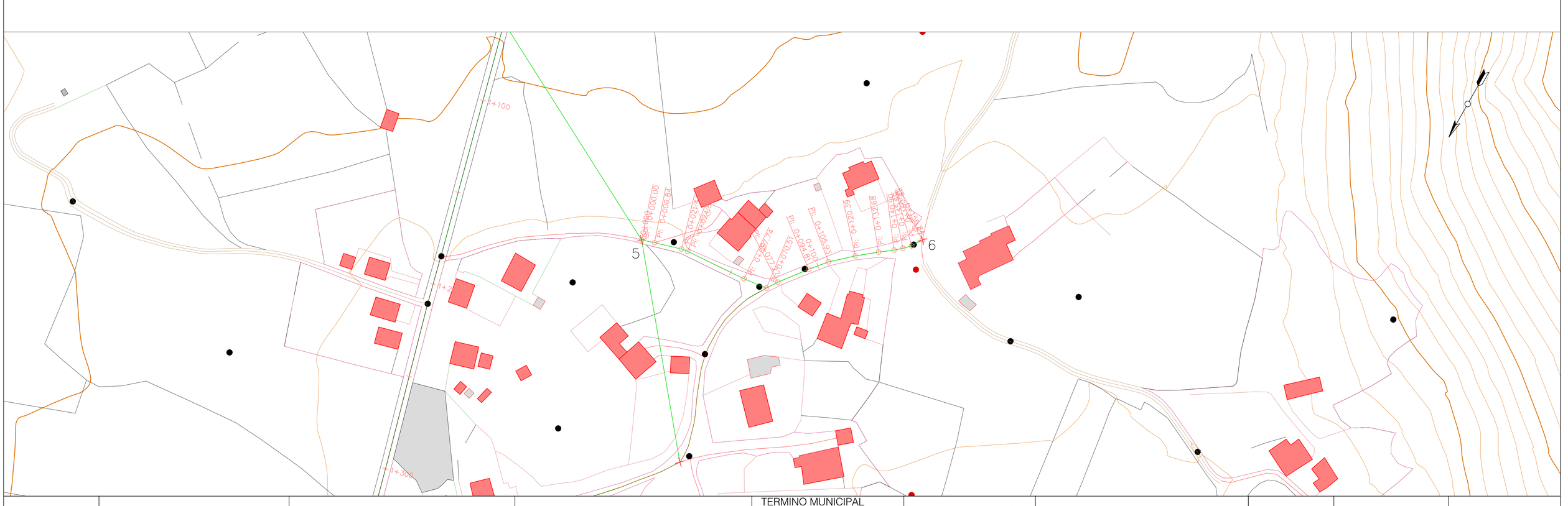


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 20 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

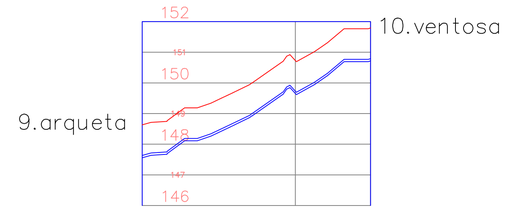




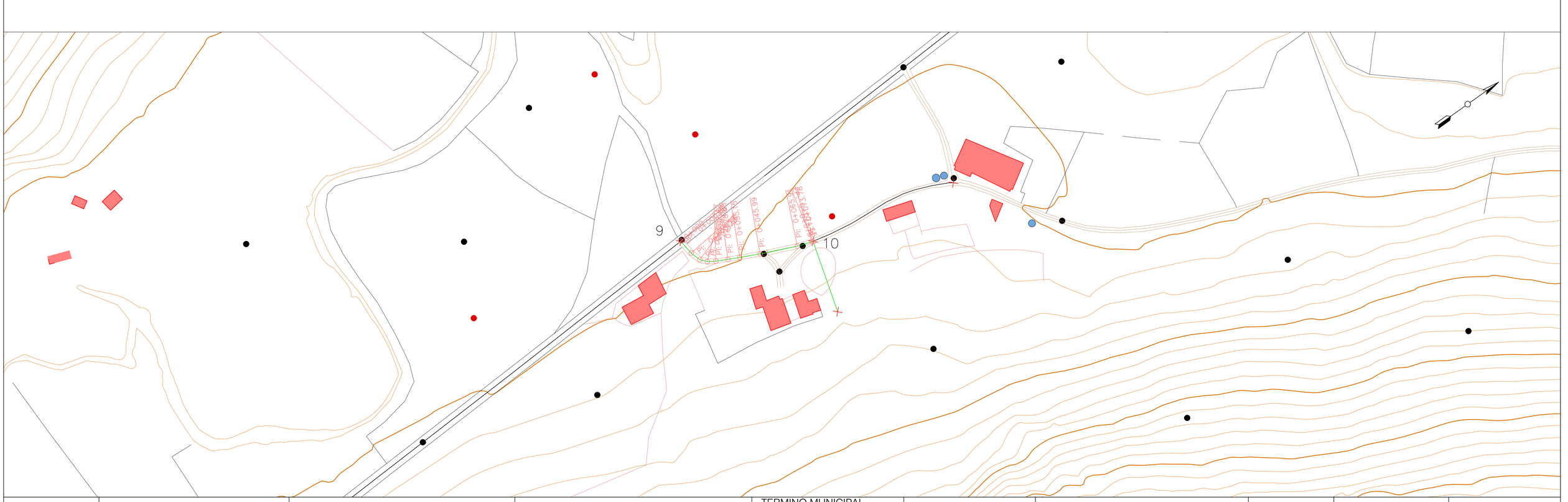
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 21 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



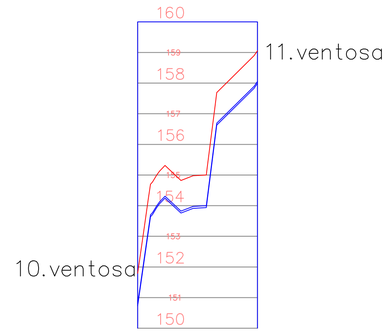
COTA DEL TERRENO	148.63	150.73	151.79
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	147.63	149.73	150.79
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+074.55



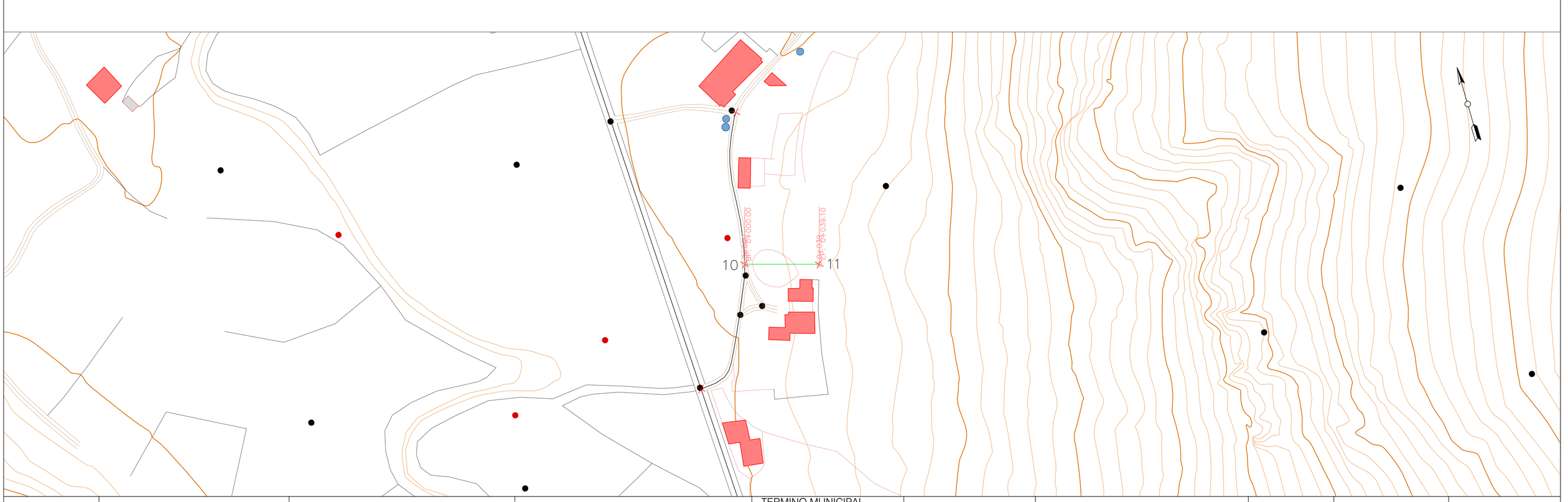
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 22 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



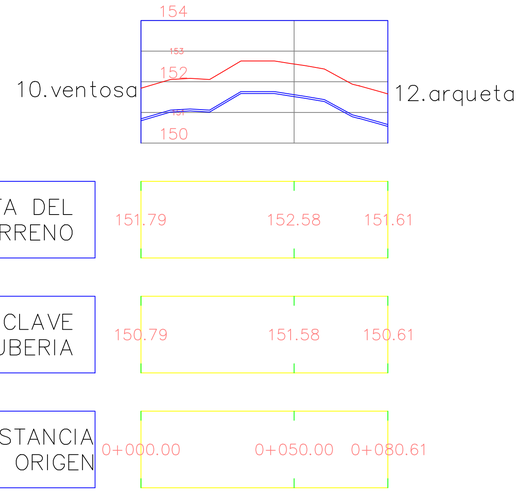
COTA DEL TERRENO	151.79	159.06
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	150.79	158.06
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+039.10

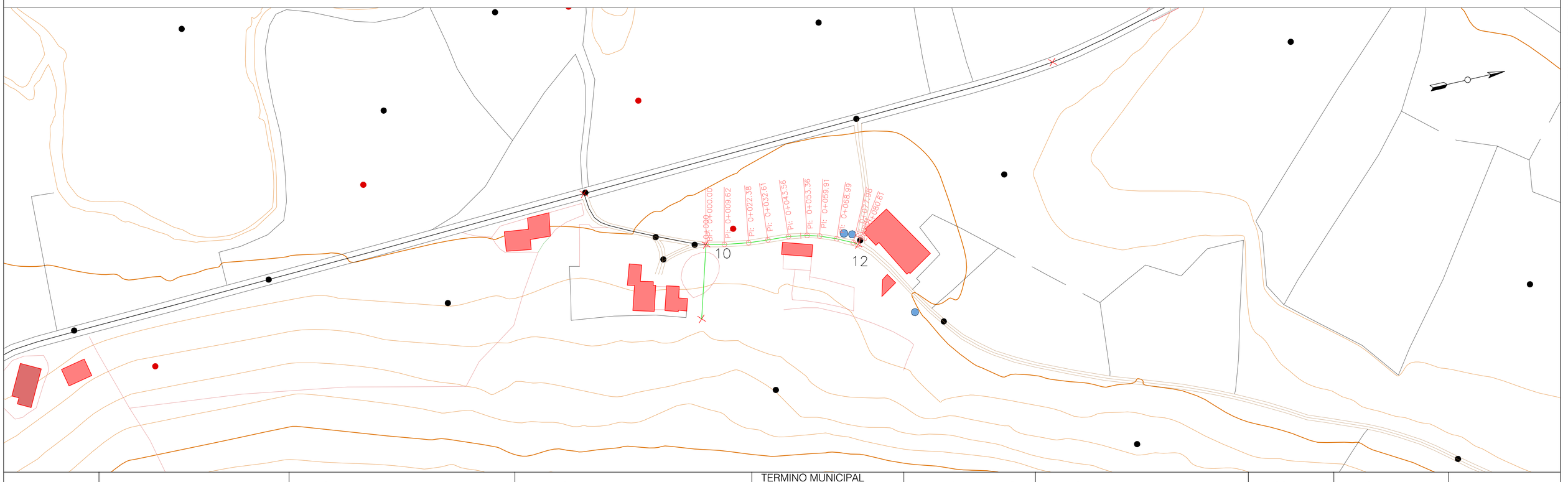


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Matienzo	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 23 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

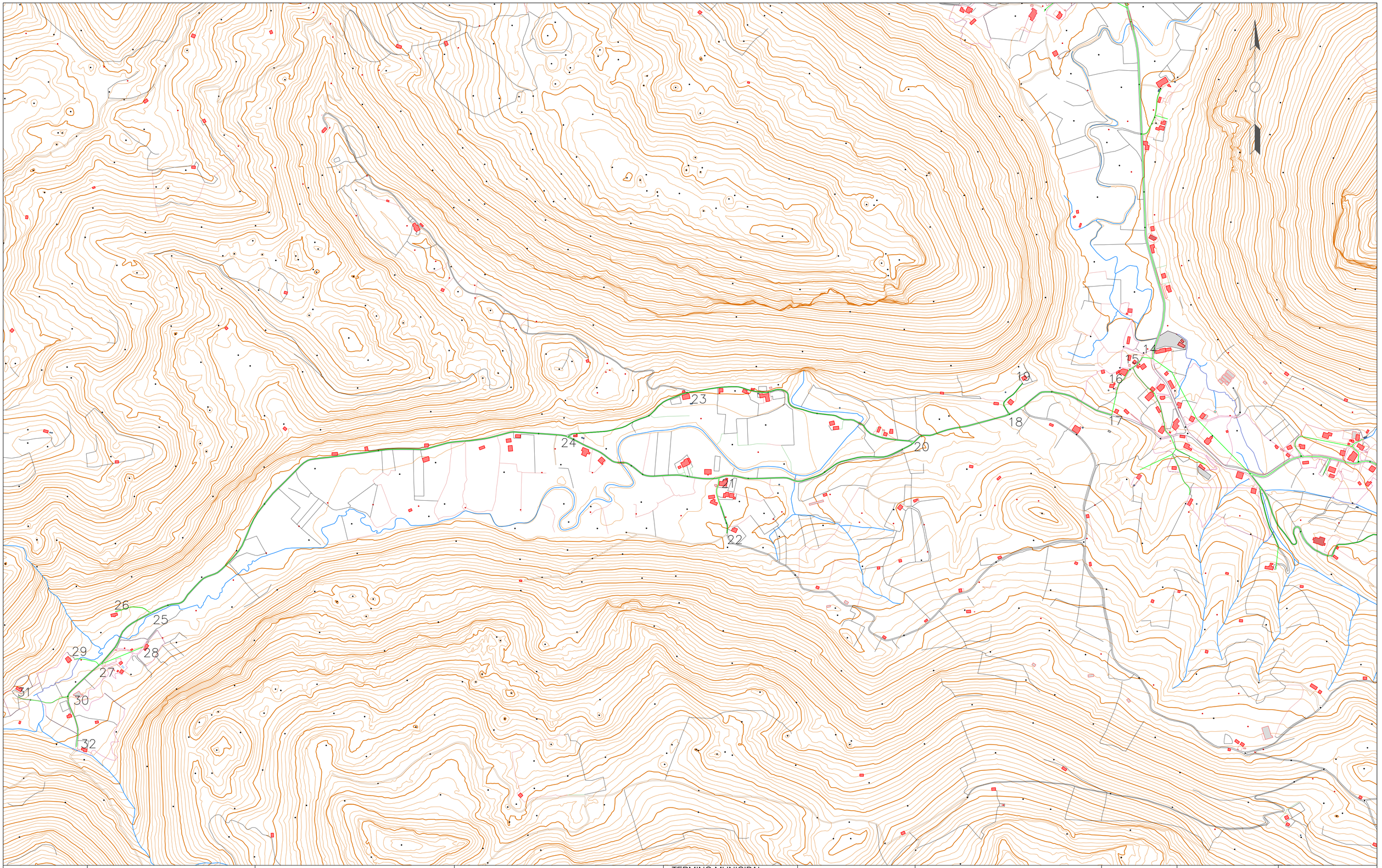




ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 24 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

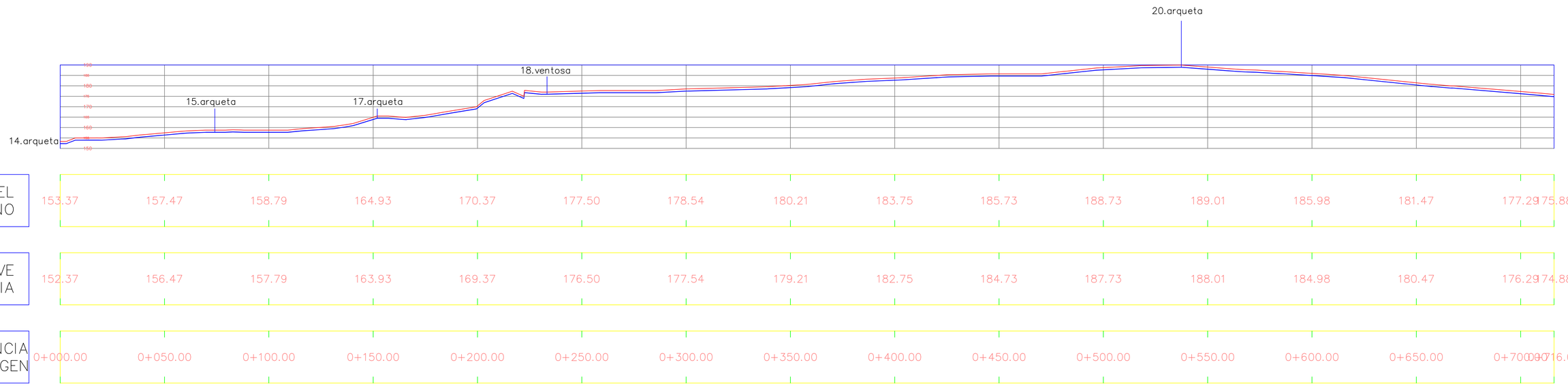


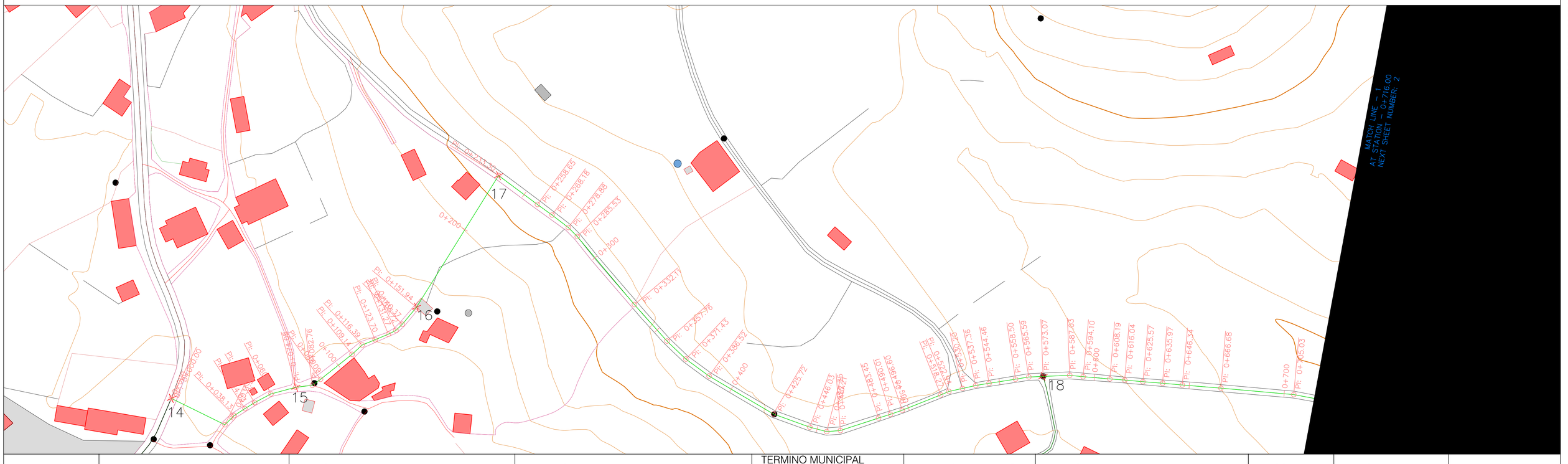
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/5000	FECHA Junio 2020	PLANO 25 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

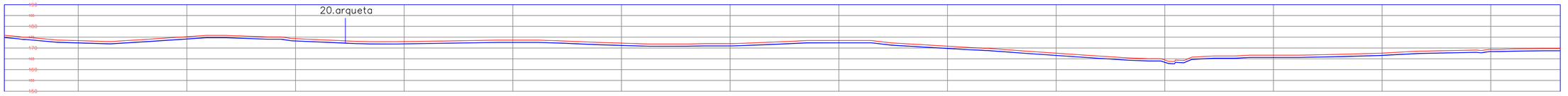




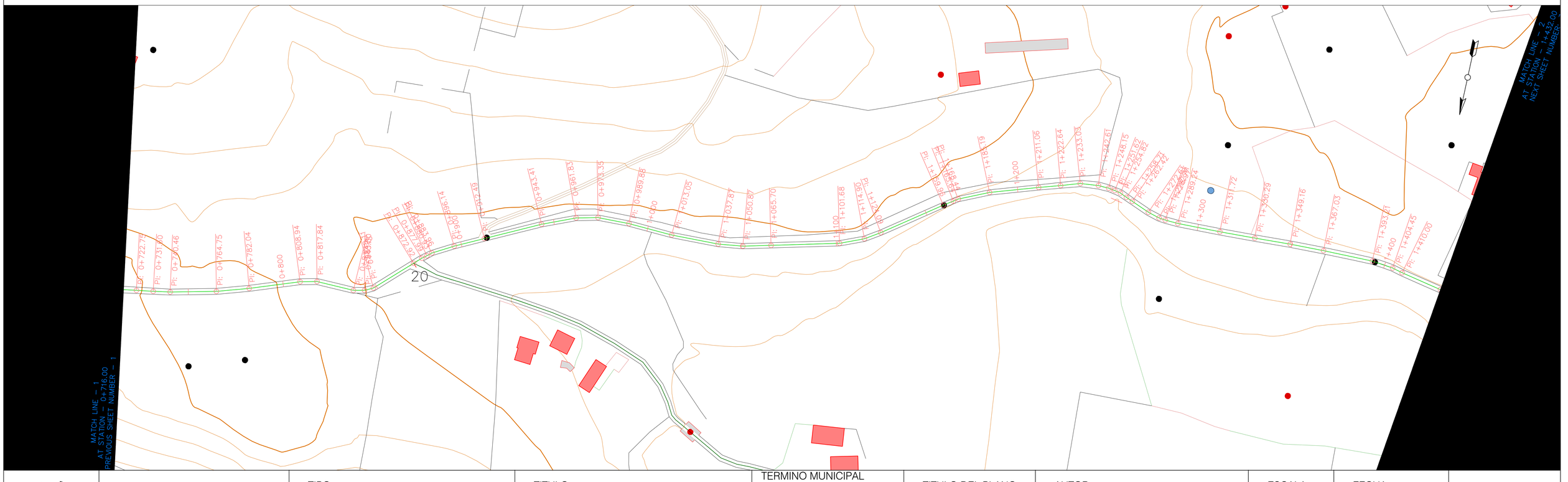
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 26 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



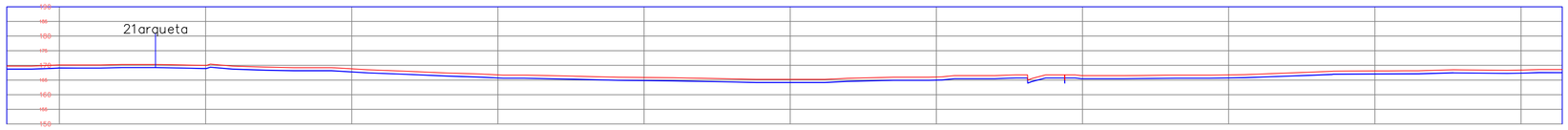
COTA DEL TERRENO	175.88	173.40	175.22	174.31	172.96	173.62	172.24	172.02	173.44	170.83	167.60	164.43	166.68	167.63	169.38	169.77
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	174.88	172.40	174.22	173.31	171.96	172.62	171.24	171.02	172.44	169.83	166.60	163.43	165.68	166.63	168.38	168.77
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+150.00	1+200.00	1+250.00	1+300.00	1+350.00	1+400.00	1+432.00



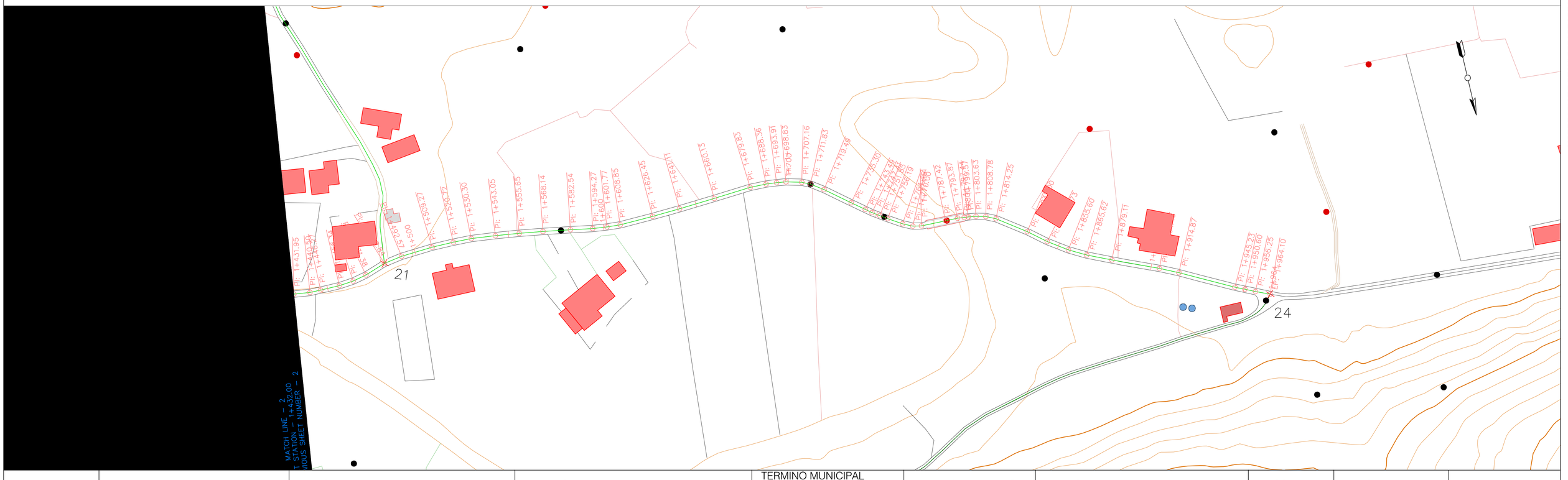
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 27 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



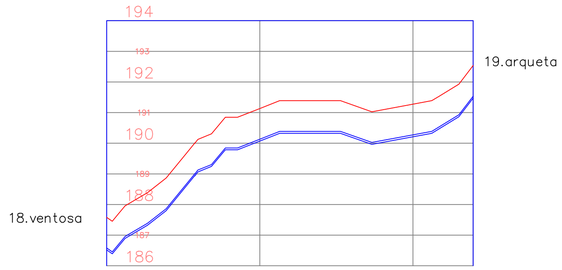
COTA DEL TERRENO	169.77	170.15	170.00	168.82	166.76	165.86	165.22	166.01	166.49	166.77	168.11	168.39 168.58
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	168.77	169.15	169.00	167.82	165.76	164.86	164.22	165.01	165.49	165.77	167.11	167.39 167.58
DISTANCIA AL ORIGEN	1+432.00	1+450.00	1+500.00	1+550.00	1+600.00	1+650.00	1+700.00	1+750.00	1+800.00	1+850.00	1+900.00	1+950.00 1+964.10



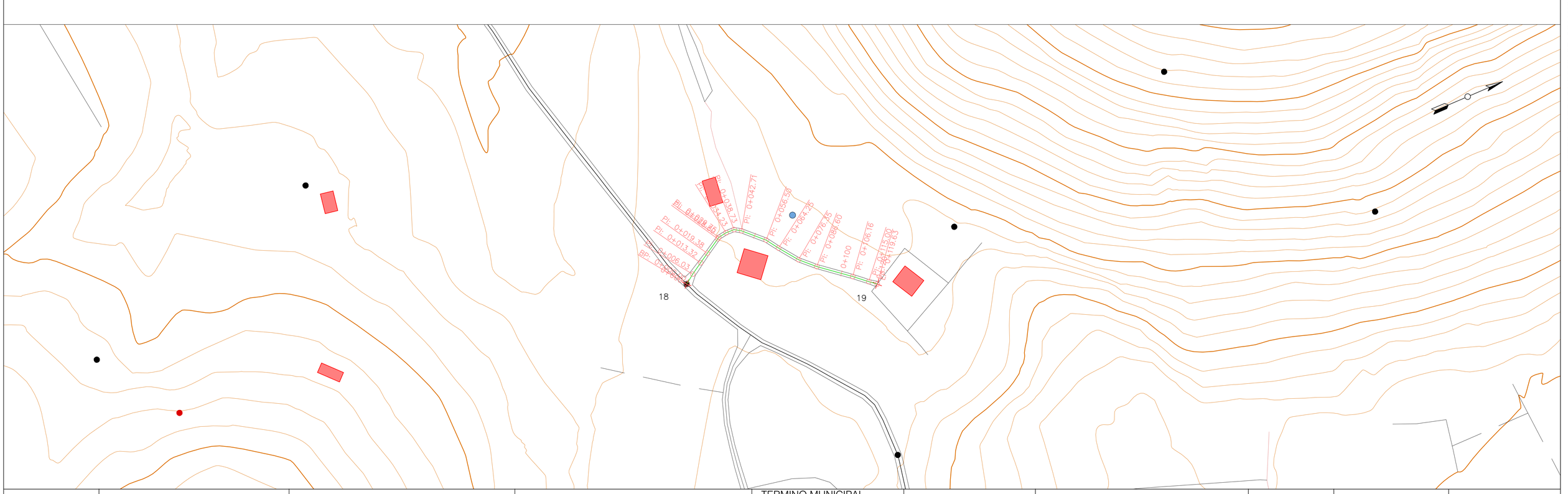
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 28 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



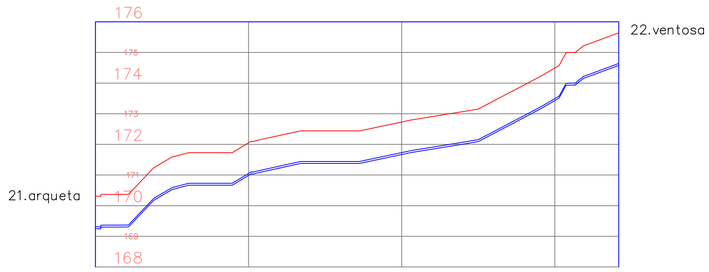
COTA DEL TERRENO	187.58	191.13	191.27	192.54				
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	186.58	190.13	190.27	191.54				
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+119.63				



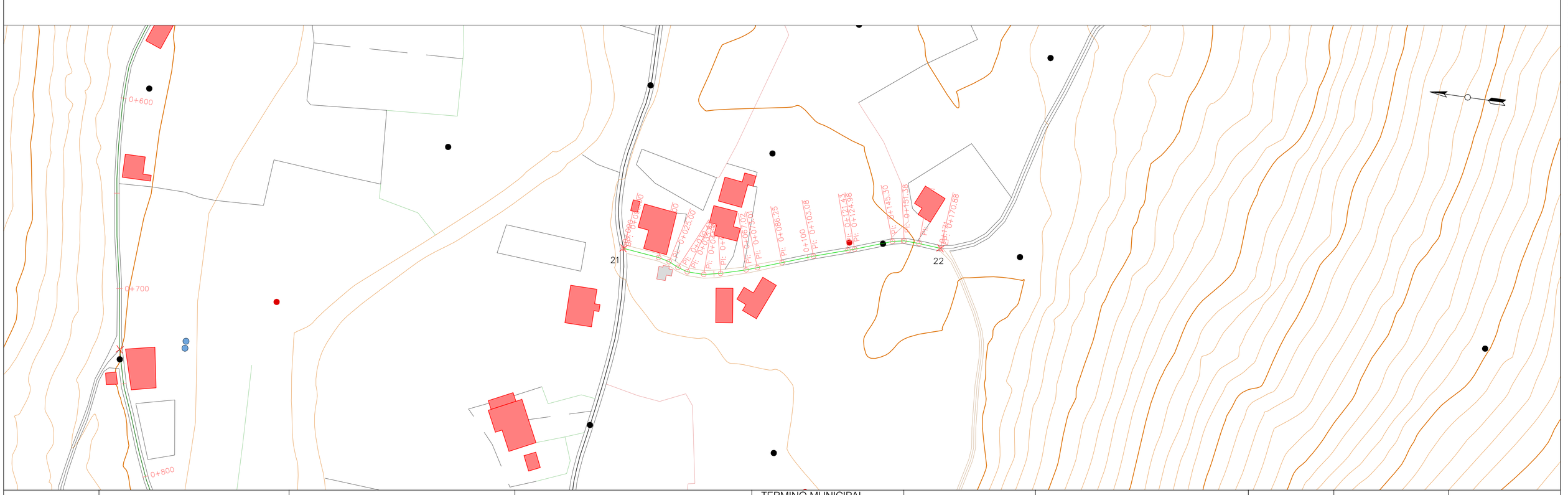
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 29 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



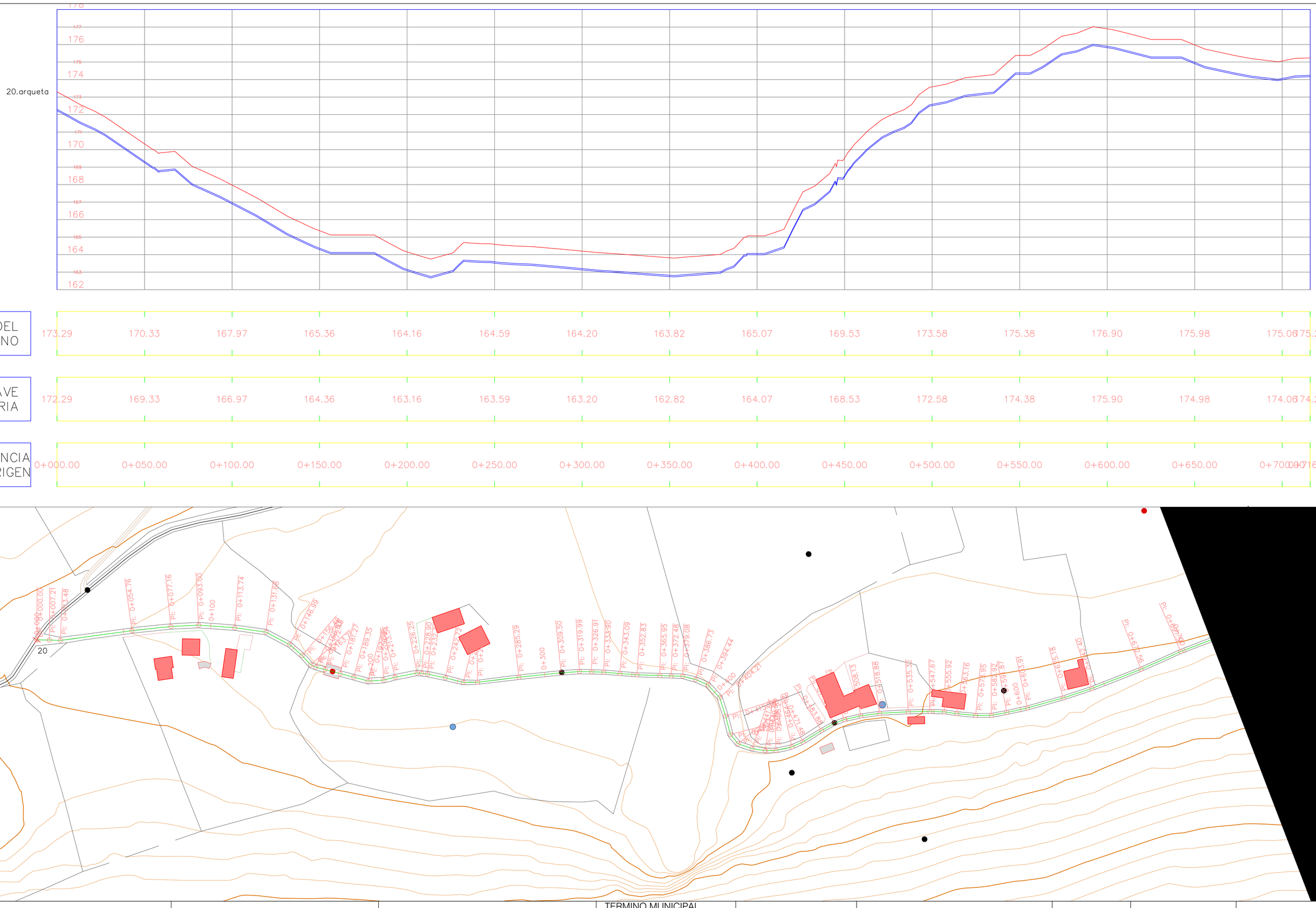
COTA DEL TERRENO	170.32	172.05	172.73	174.49	175.64	
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	169.32	171.05	171.73	173.49	174.64	
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+170.88	



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 30 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

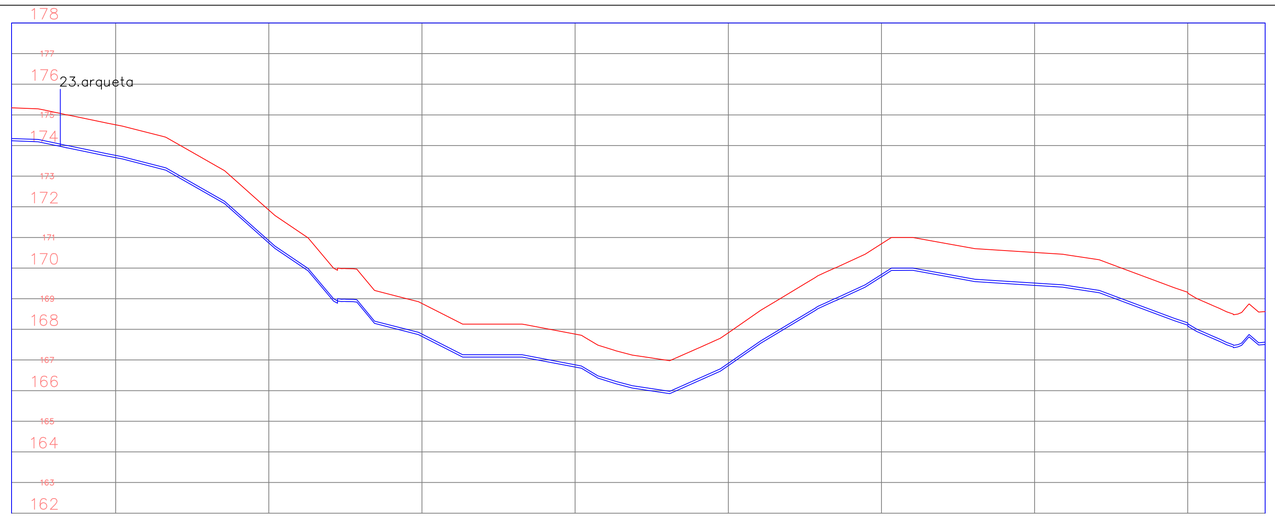
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



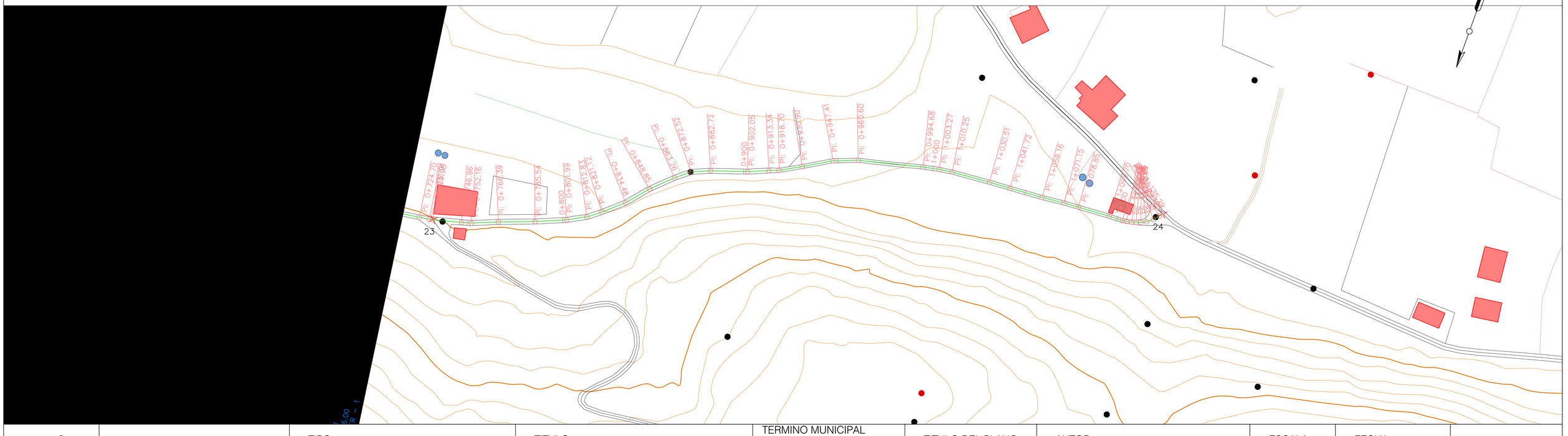
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 31 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



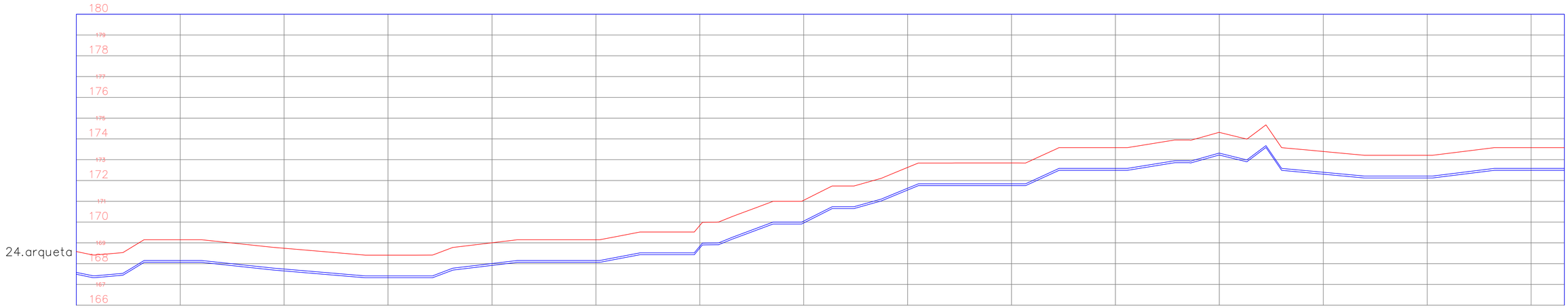
COTA DEL TERRENO	175.23	174.68	171.89	168.84	167.84	167.89	170.79	170.51	169.21	168.58
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	174.23	173.68	170.89	167.84	166.84	166.89	169.79	169.51	168.21	167.58
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+125.29



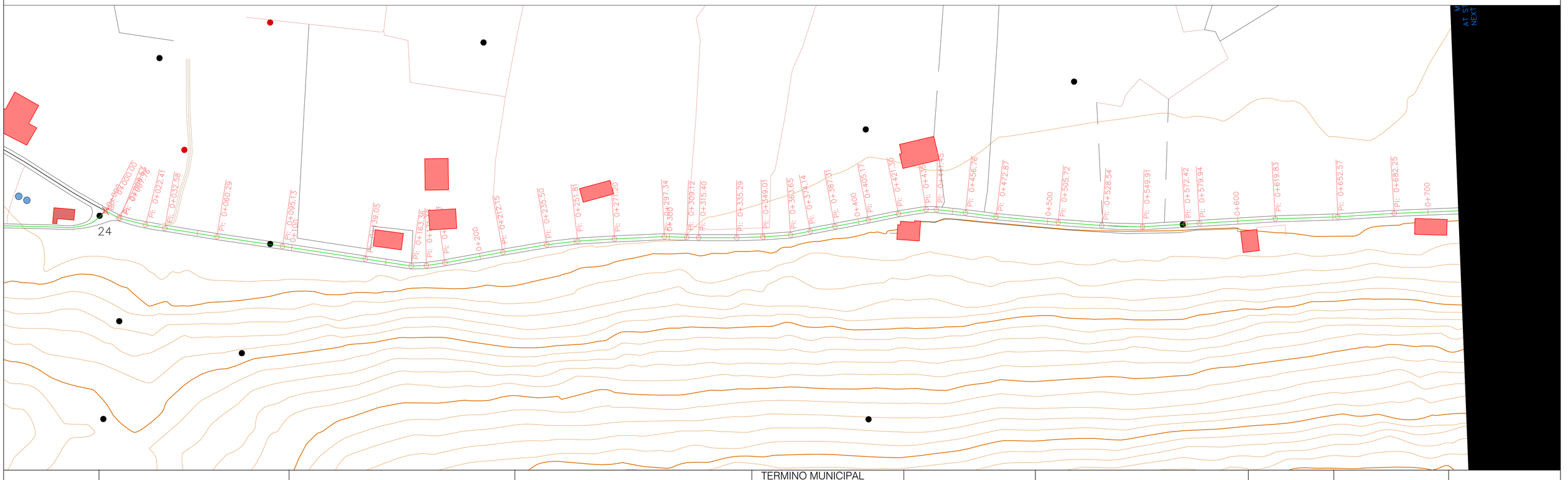
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 32 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



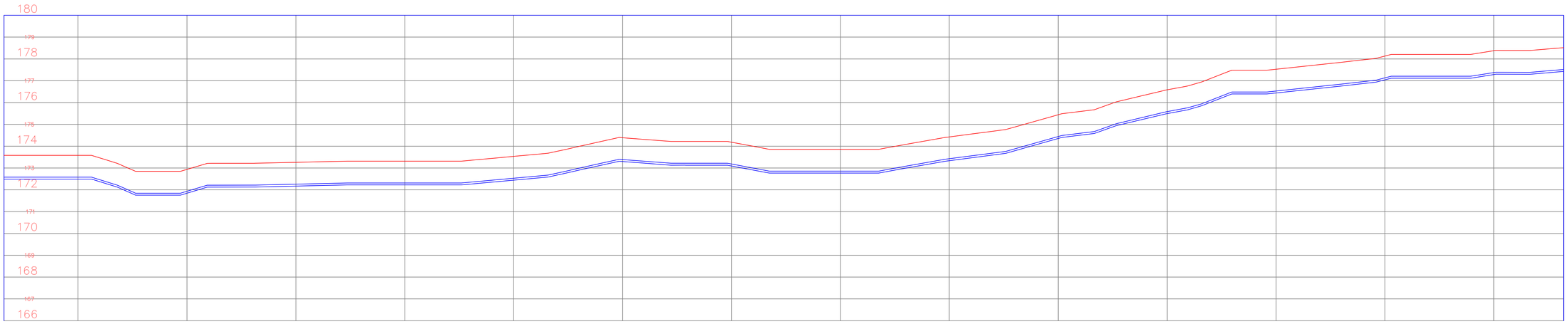
COTA DEL TERRENO	168.58	169.15	168.74	168.41	169.01	169.15	169.84	171.05	172.63	172.84	173.58	174.32	173.40	173.21	173.58	173.58
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	167.58	168.15	167.74	167.41	168.01	168.15	168.84	170.05	171.63	171.84	172.58	173.32	172.40	172.21	172.58	172.58
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+716.00



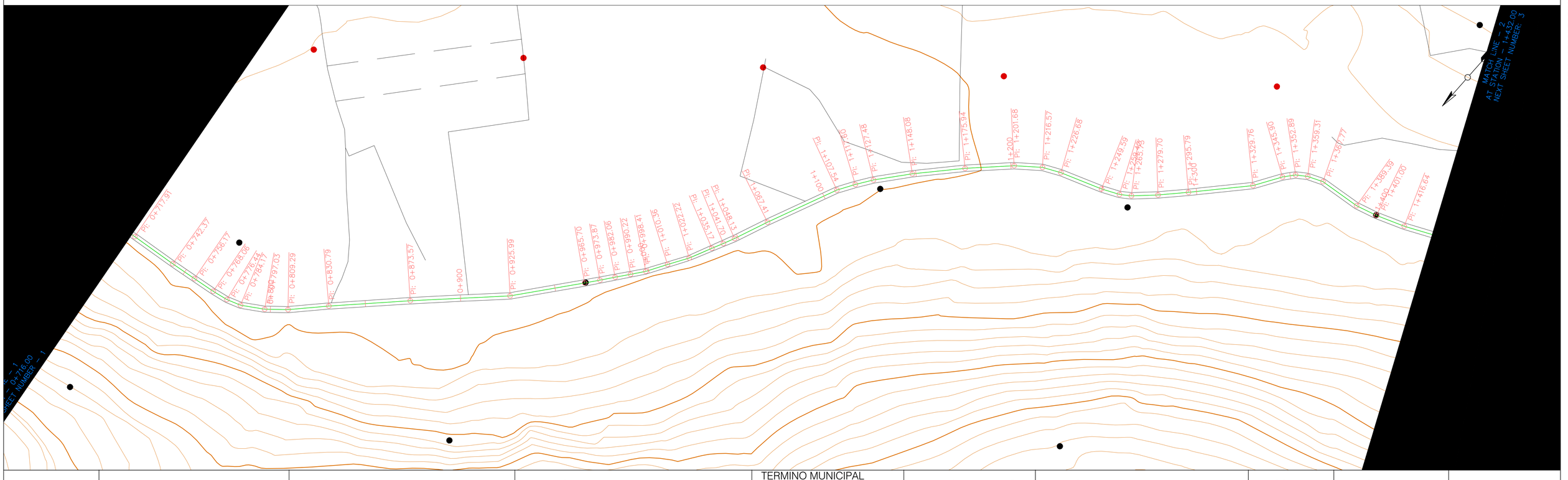
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 33 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



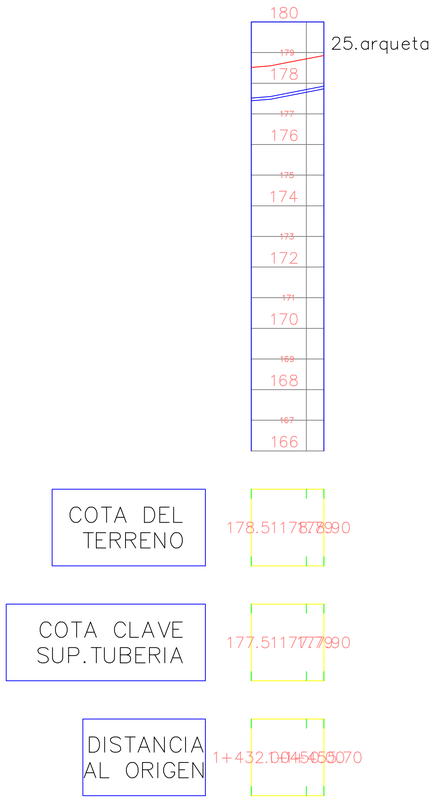
COTA DEL TERRENO	173.58	173.58	172.93	173.26	173.31	173.53	174.39	174.18	173.86	174.42	175.44	176.58	177.53	178.13	178.37	178.51
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	172.58	172.58	171.93	172.26	172.31	172.53	173.39	173.18	172.86	173.42	174.44	175.58	176.53	177.13	177.37	177.51
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+150.00	1+200.00	1+250.00	1+300.00	1+350.00	1+400.00	1+432.00

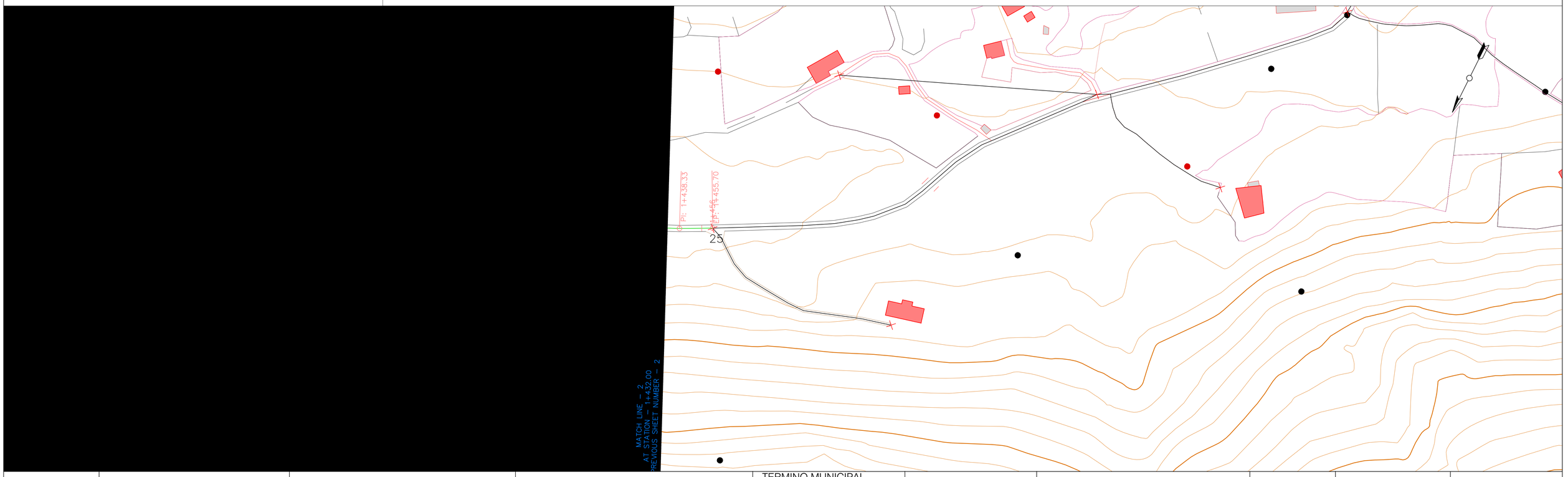


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 34 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

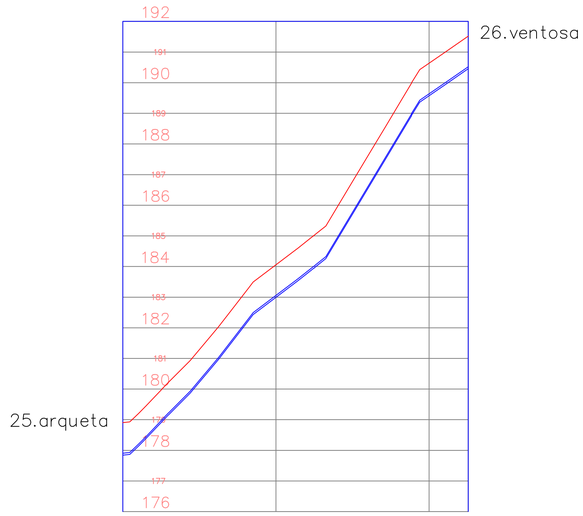


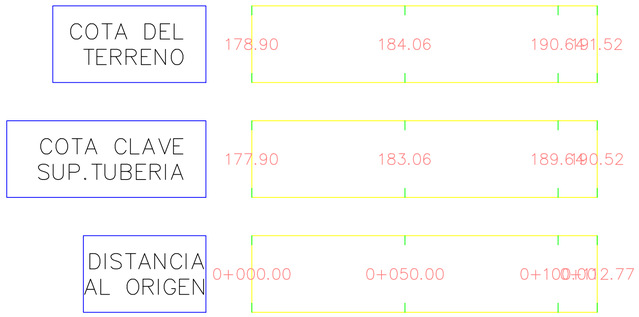


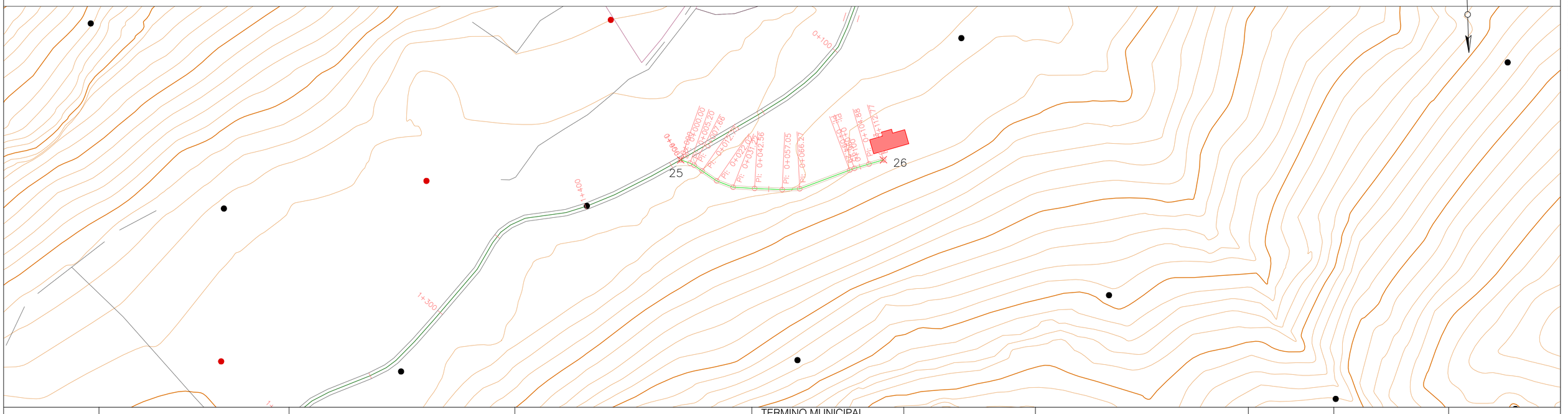
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 35 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



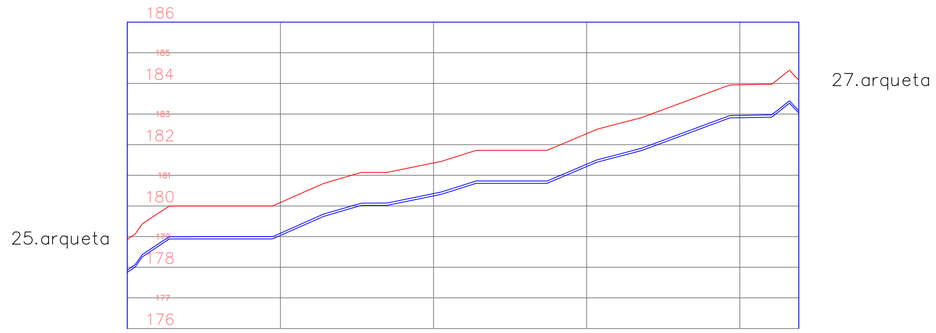




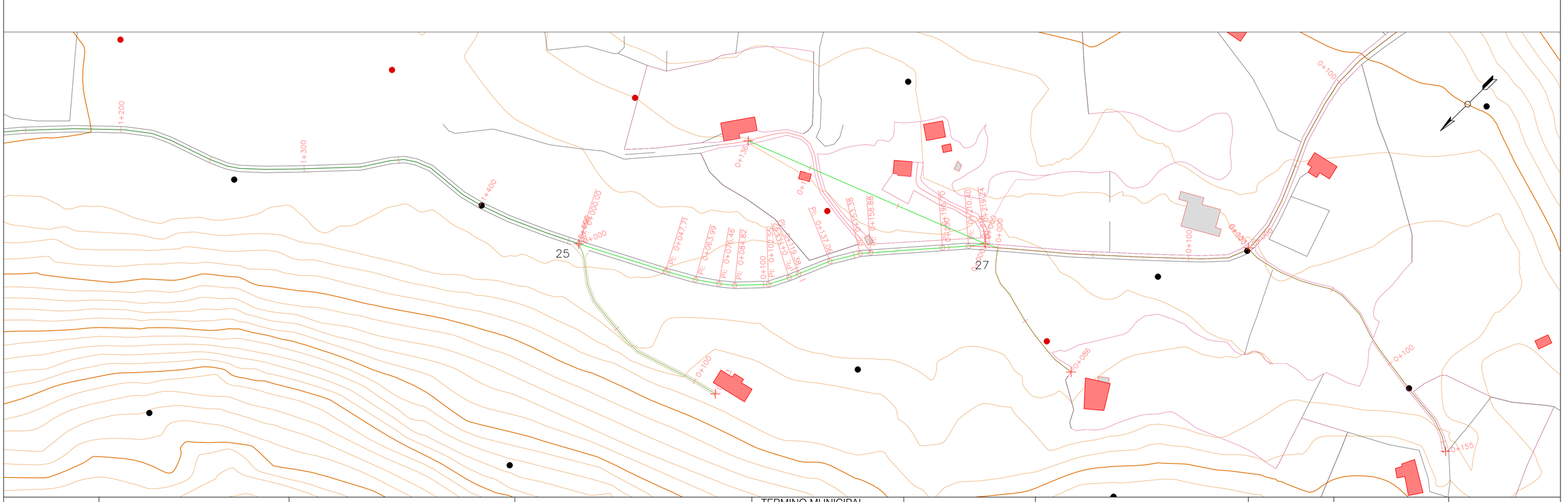
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 36 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



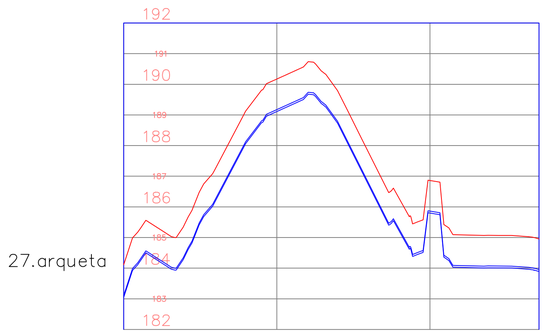
COTA DEL TERRENO	178.90	180.11	181.40	182.36	183.95	184.11
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	177.90	179.11	180.40	181.36	182.95	183.11
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+219.24



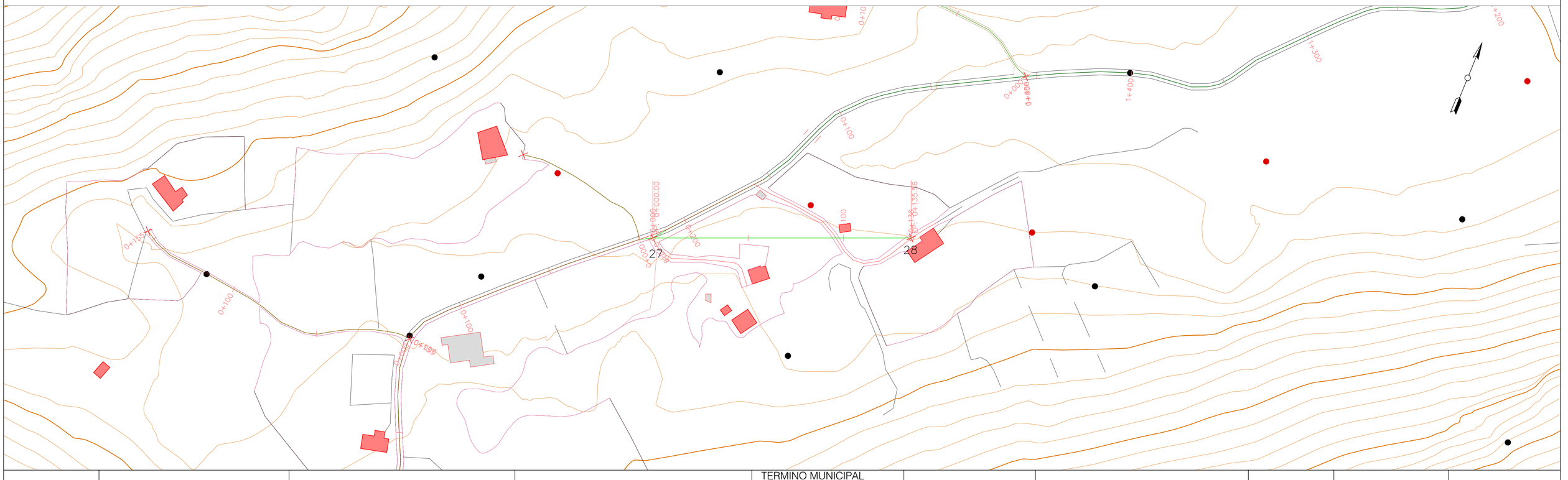
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 37 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



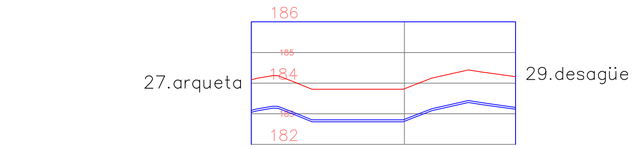
COTA DEL TERRENO	184.11	190.17	186.86	184.95
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	183.11	189.17	185.86	183.95
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+135.56



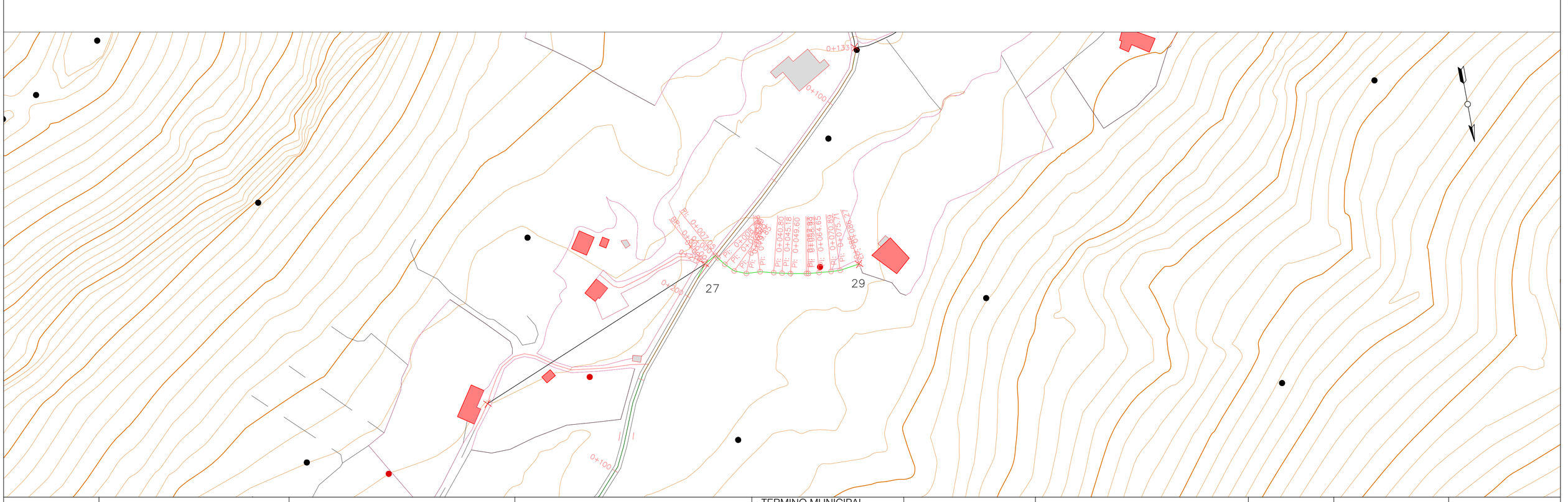
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 38 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



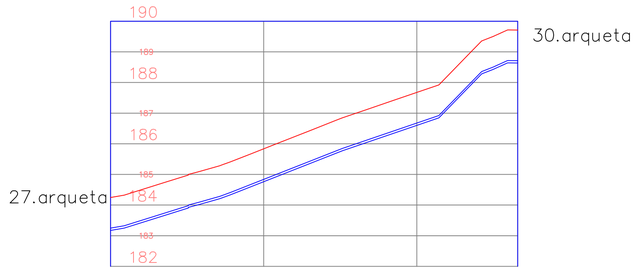
COTA DEL TERRENO	184.11	183.82	184.21
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	183.11	182.82	183.21
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+086.27



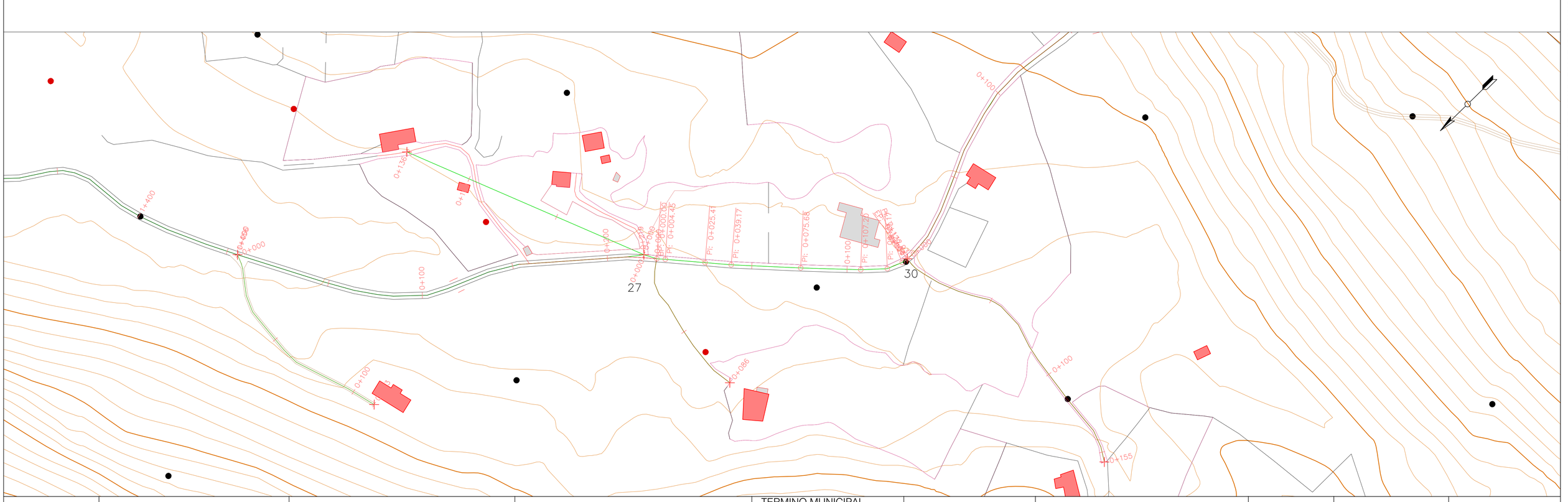
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 39 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



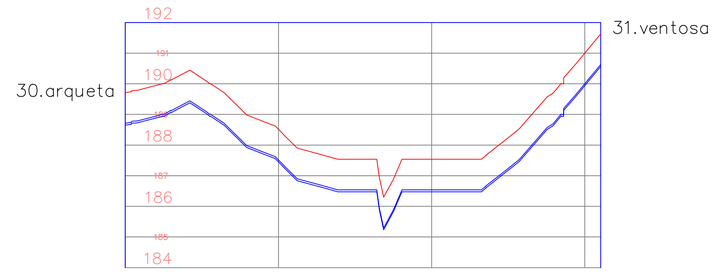
COTA DEL TERRENO	184.25	185.84	187.68	189.71
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	183.25	184.84	186.68	188.71
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+132.93



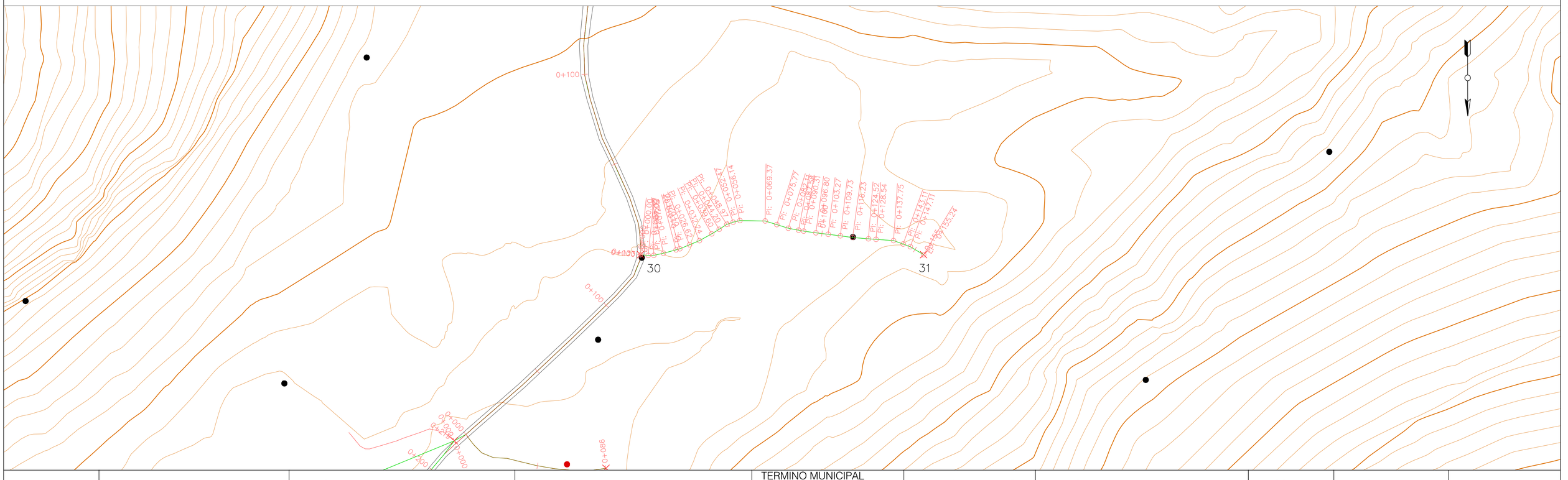
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 40 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

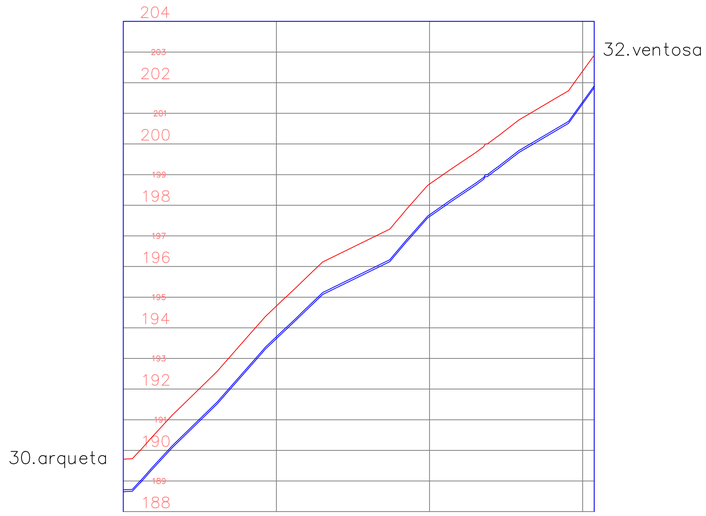
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

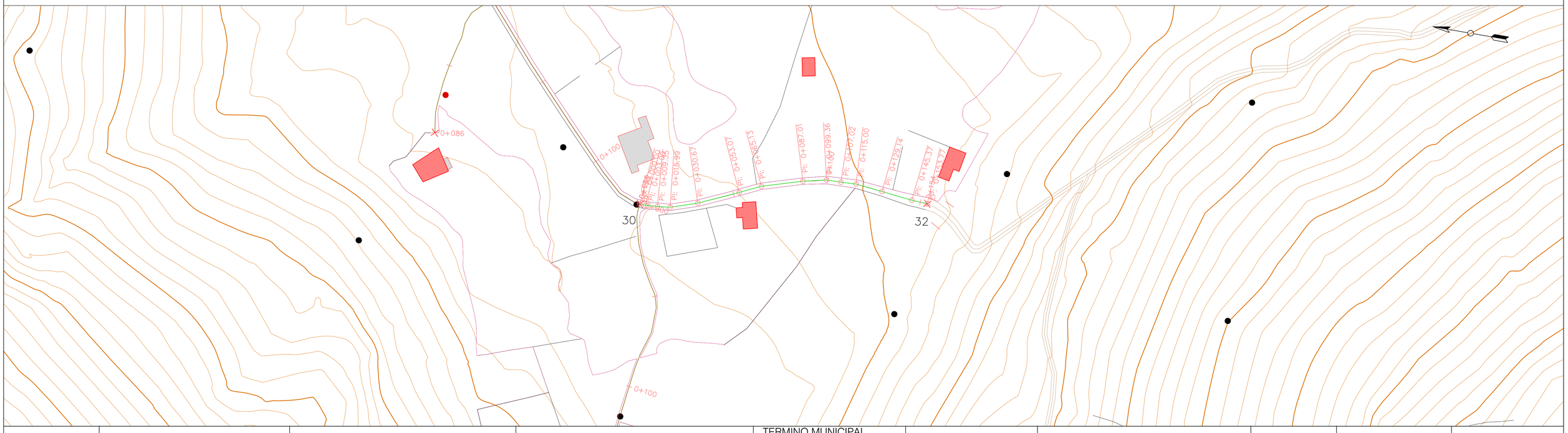


COTA DEL TERRENO	189.71	188.52	187.54	191.90
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	188.71	187.52	186.54	190.90
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+155.24


0+100
30
31
0+100
0+000
0+000
0+000

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

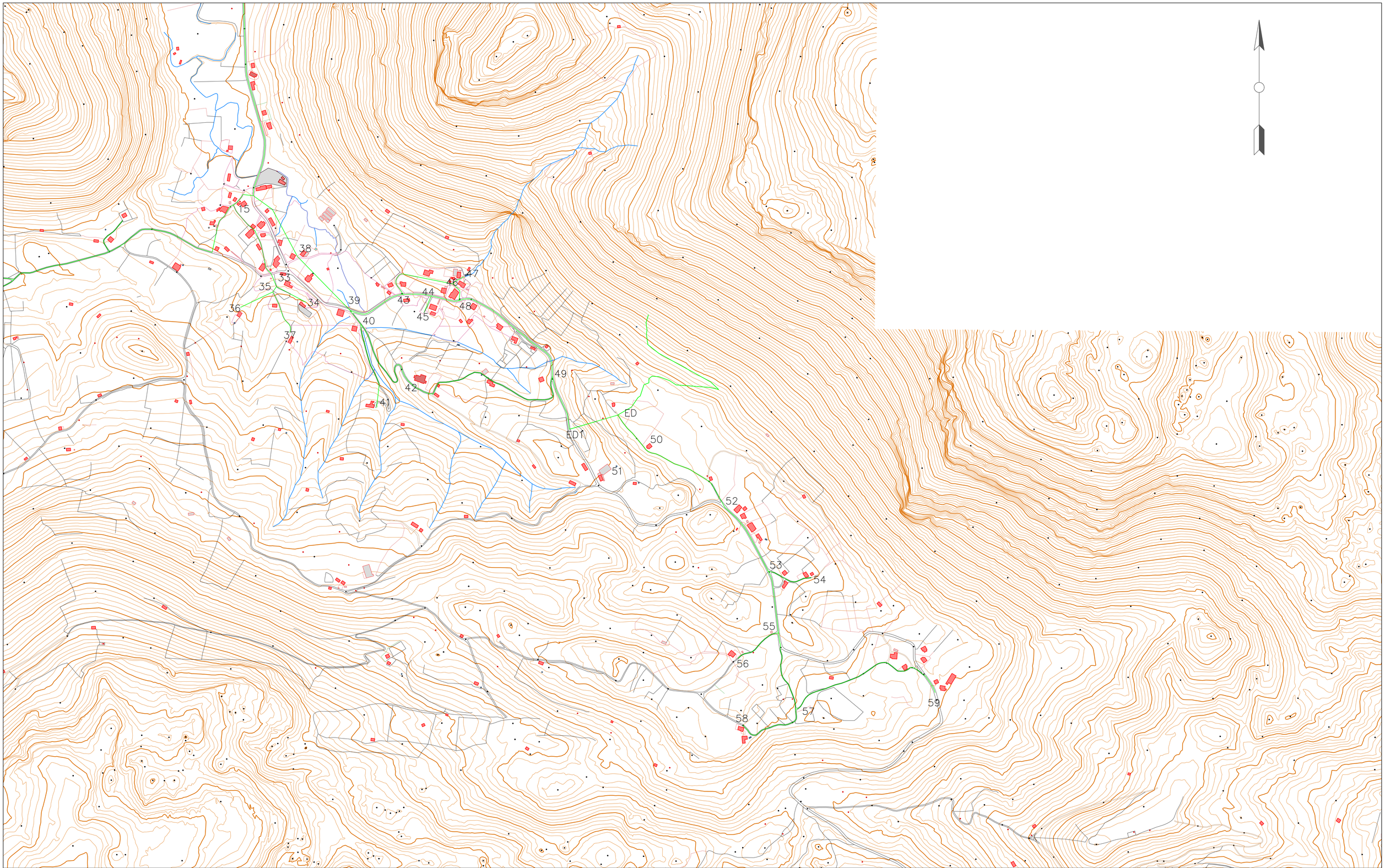




ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 42 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



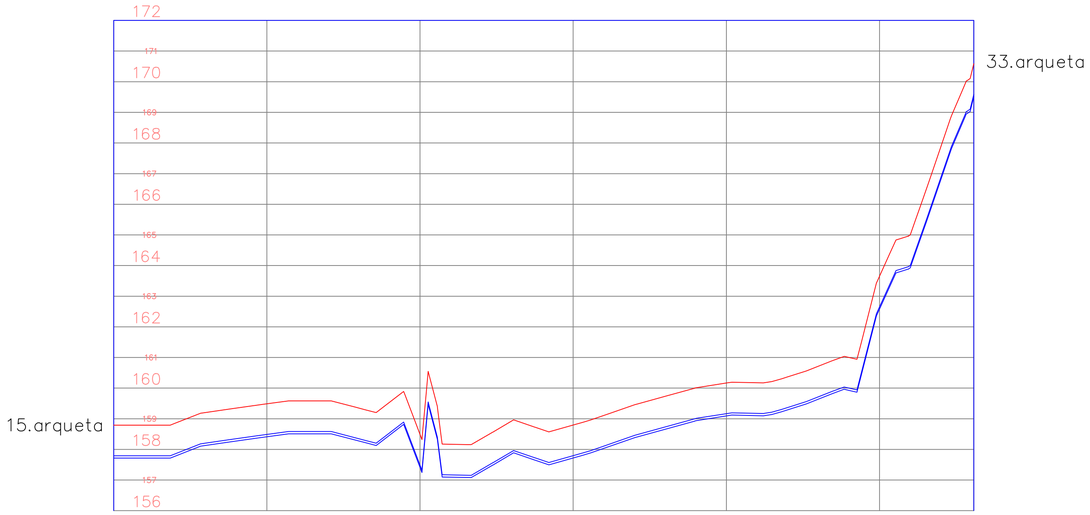
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

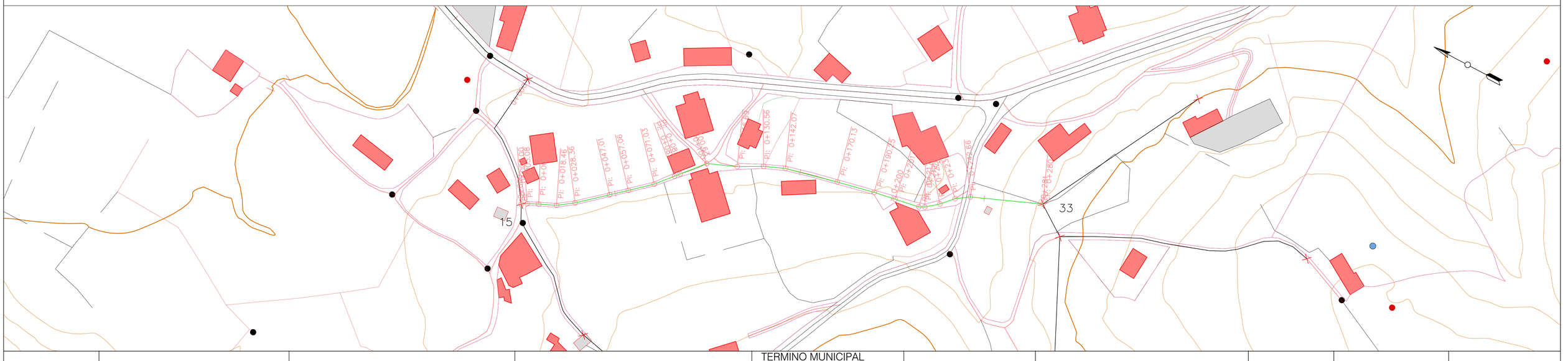
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/5000	FECHA Junio 2020	PLANO 43 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



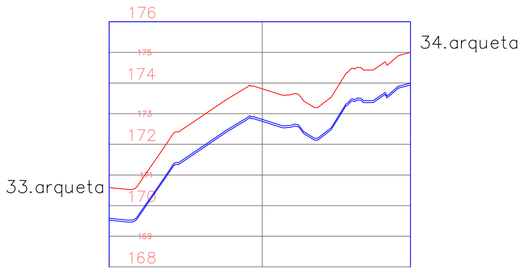
COTA DEL TERRENO	158.79	159.49	158.49	158.79	160.17	163.65	170.59
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	157.79	158.49	157.49	157.79	159.17	162.65	169.59
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+280.79



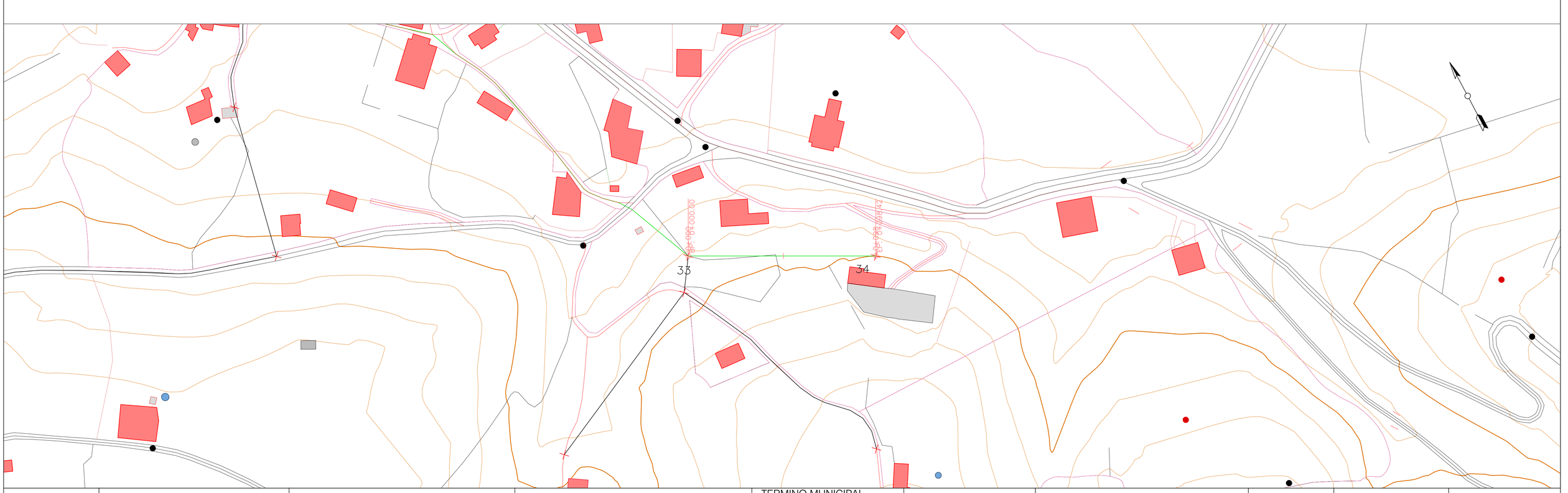
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 44 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



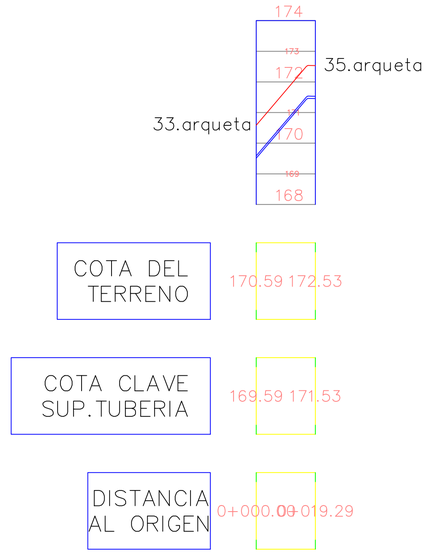
COTA DEL TERRENO	170.59	173.81	175.00
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	169.59	172.81	174.00
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+098.42



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 45 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

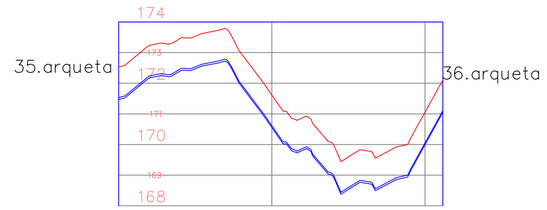
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



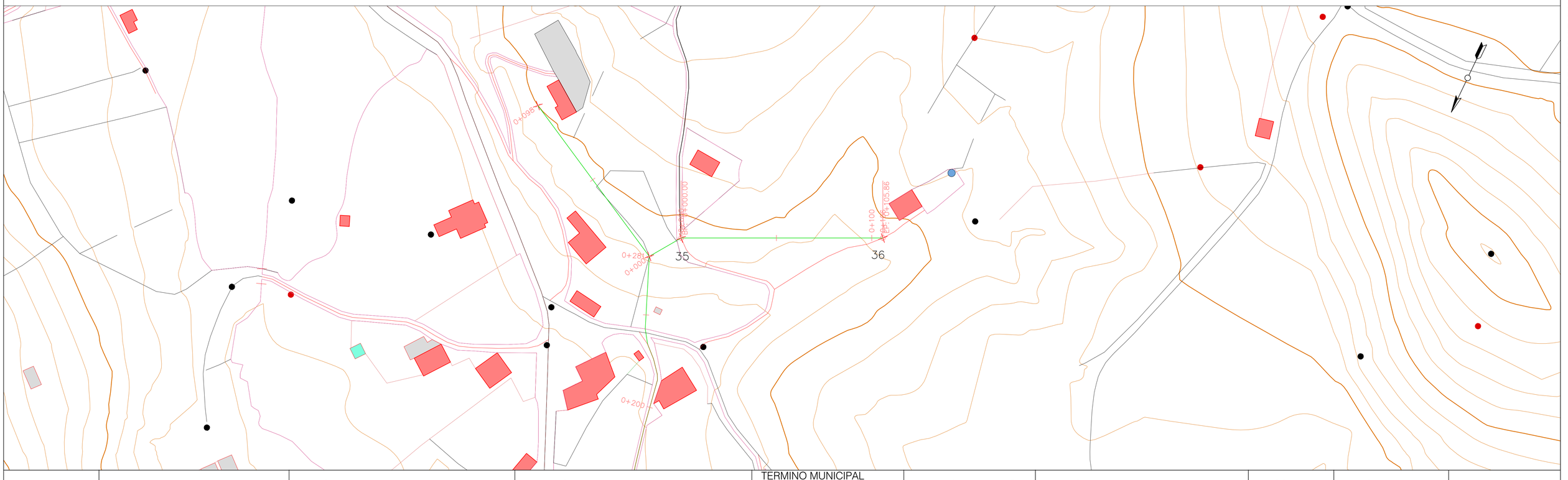
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 46 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



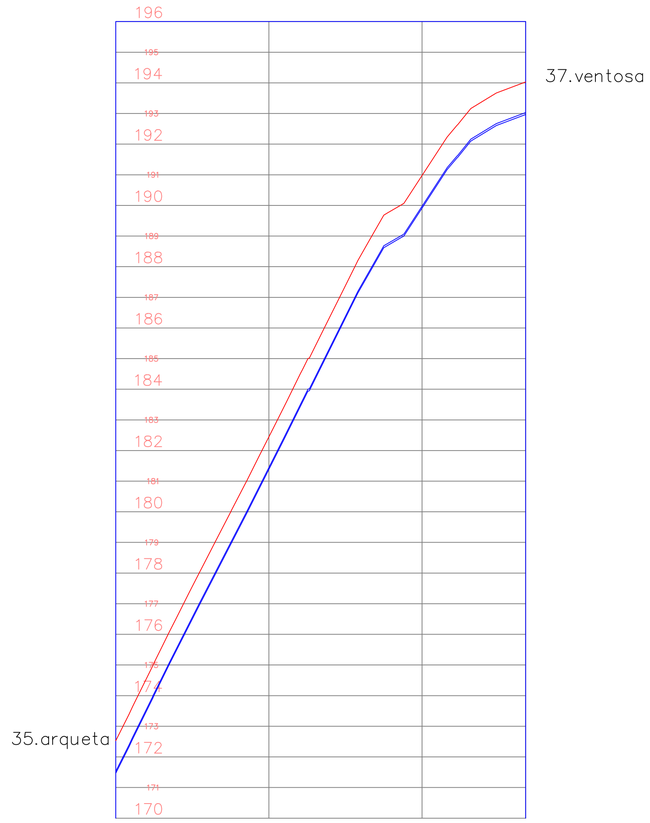
COTA DEL TERRENO	172.53	171.62	171.05 171.11
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	171.53	170.62	170.05 170.11
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00 0+105.86



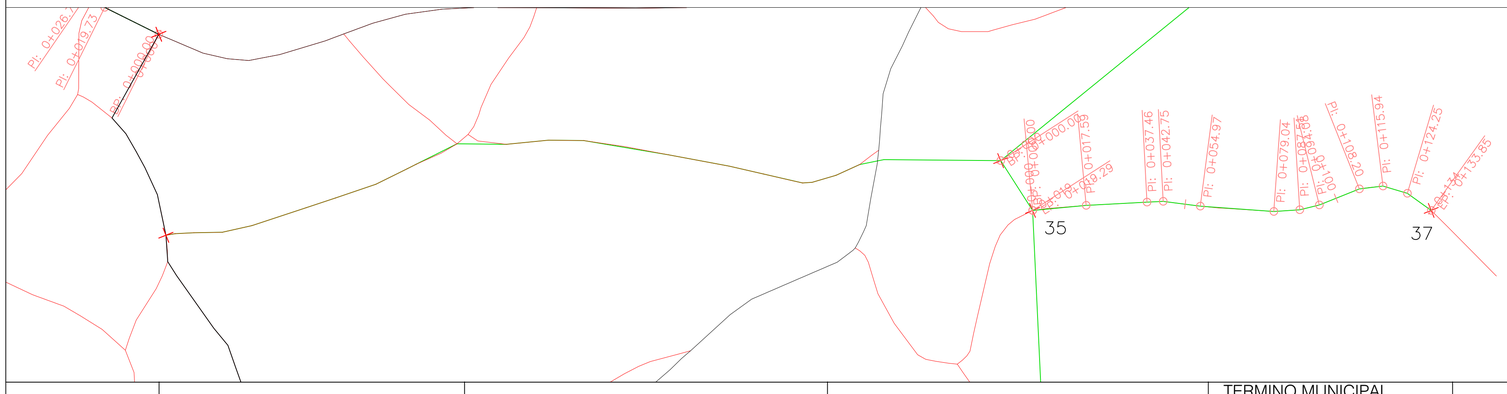
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 47 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



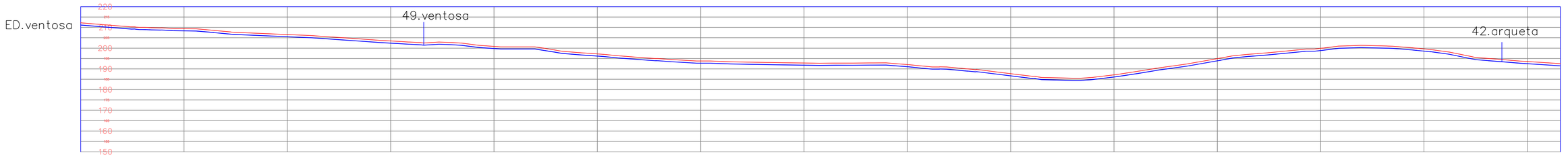
COTA DEL TERRENO	172.53	182.45	190.97	194.03
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	171.53	181.45	189.97	193.03
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+133.85



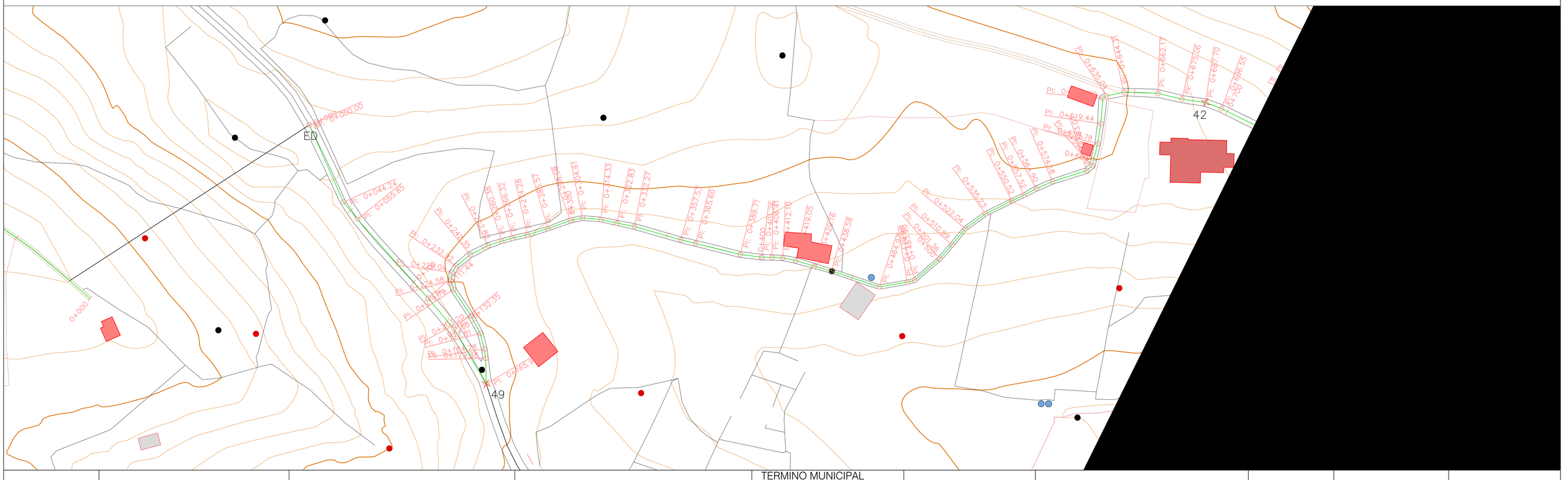
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 48 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



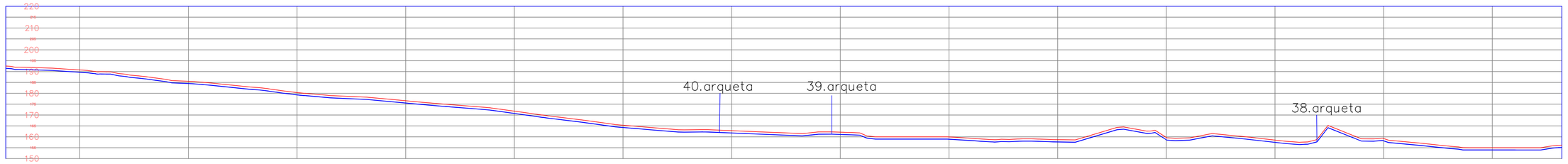
COTA DEL TERRENO	212.20	209.40	206.57	203.46	200.85	197.23	193.80	192.83	192.09	187.70	187.14	194.93	199.90	199.61	193.55	192.54
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	211.20	208.40	205.57	202.46	199.85	196.23	192.80	191.83	191.09	186.70	186.14	193.93	198.90	198.61	192.55	191.54
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+716.00



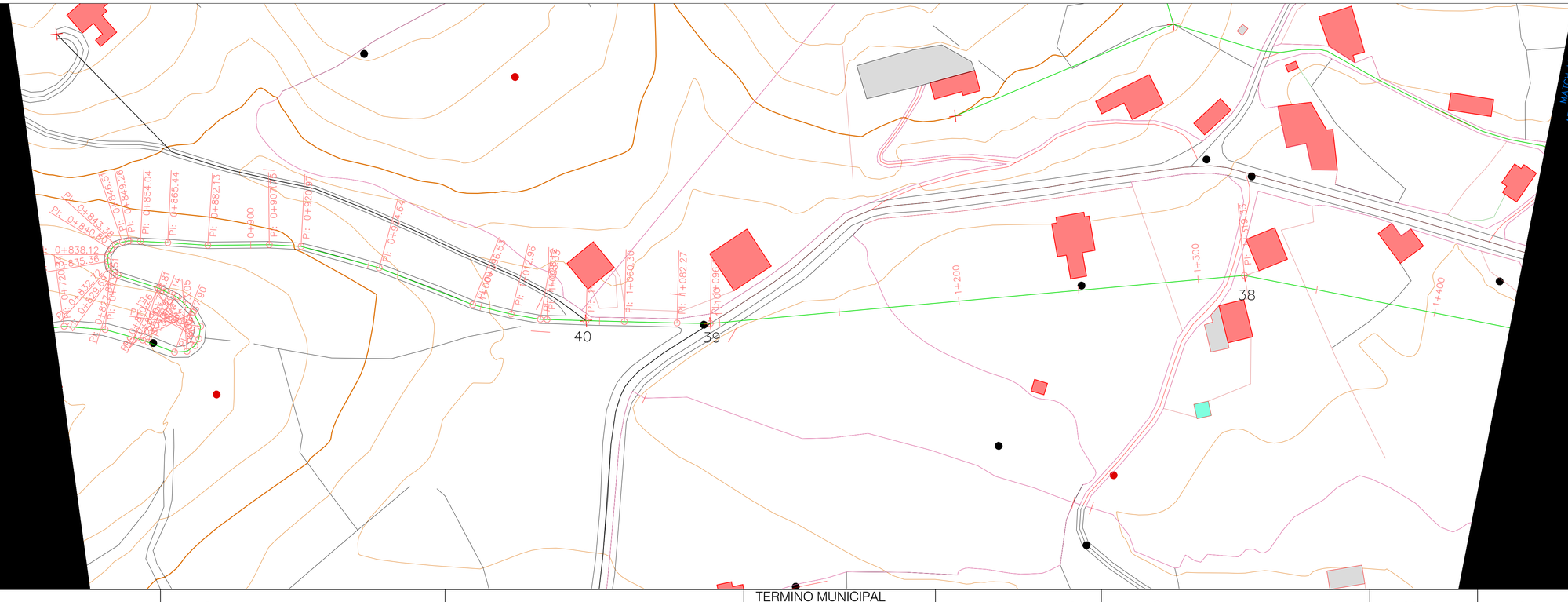
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 49 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



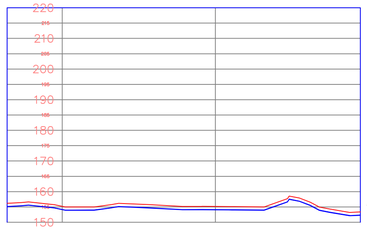
COTA DEL TERRENO	192.54	190.73	185.55	180.33	176.58	171.79	165.34	162.82	162.14	159.94	158.70	159.70	158.50	159.20	155.00	156.18
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	191.54	189.73	184.55	179.33	175.58	170.79	164.34	161.82	161.14	158.94	157.70	158.70	157.50	158.20	154.00	155.18
DISTANCIA AL ORIGEN	0+716.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00	1+050.00	1+100.00	1+150.00	1+200.00	1+250.00	1+300.00	1+350.00	1+400.00	1+432.00



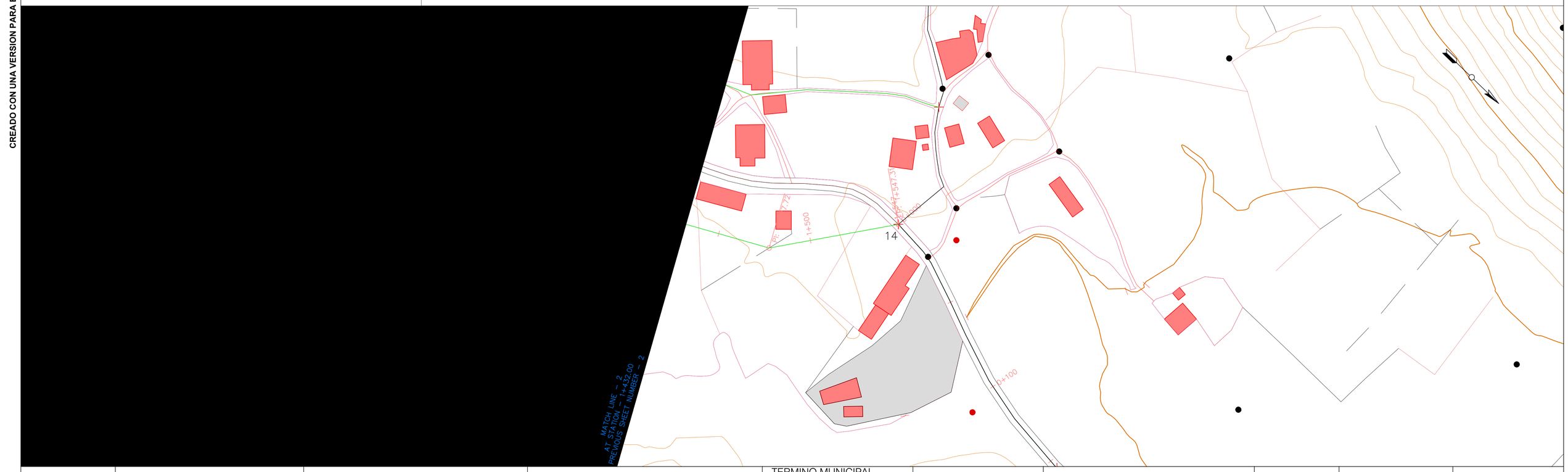
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 50 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



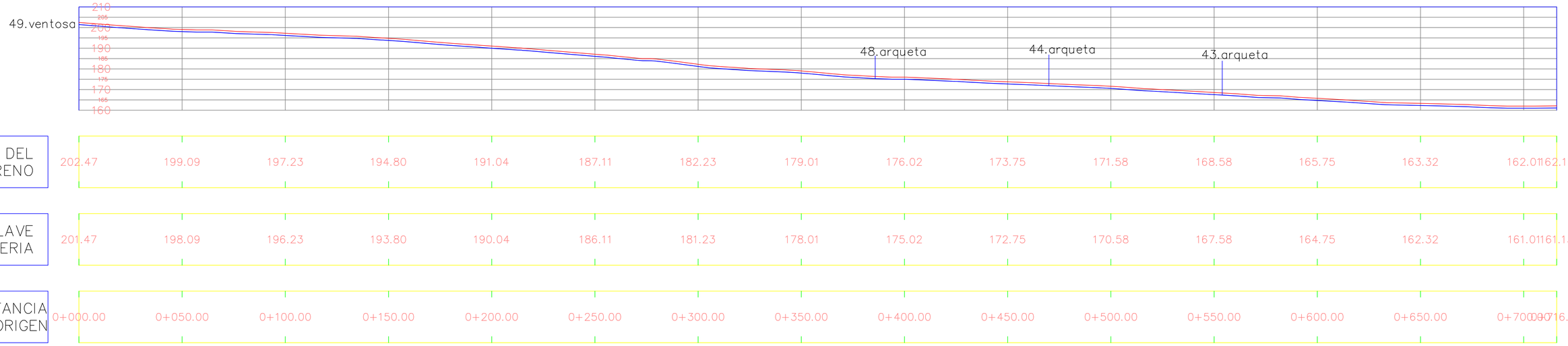
COTA DEL TERRENO	156.18	155.21	155.15	153.37
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	155.18	154.21	154.15	152.37
DISTANCIA AL ORIGEN	1+432.00	450.00	1+500.00	1+547.31

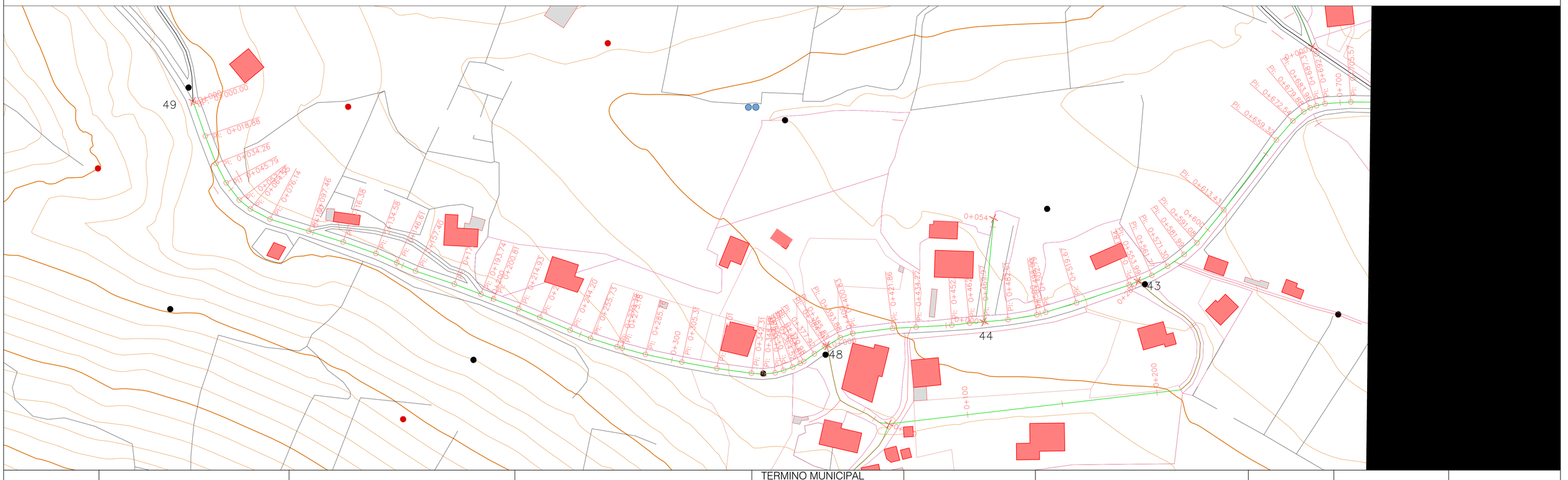


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 51 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

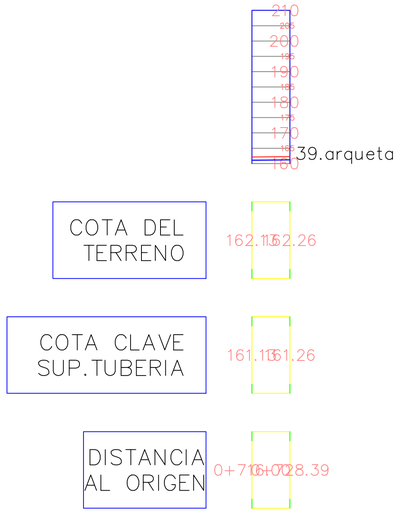


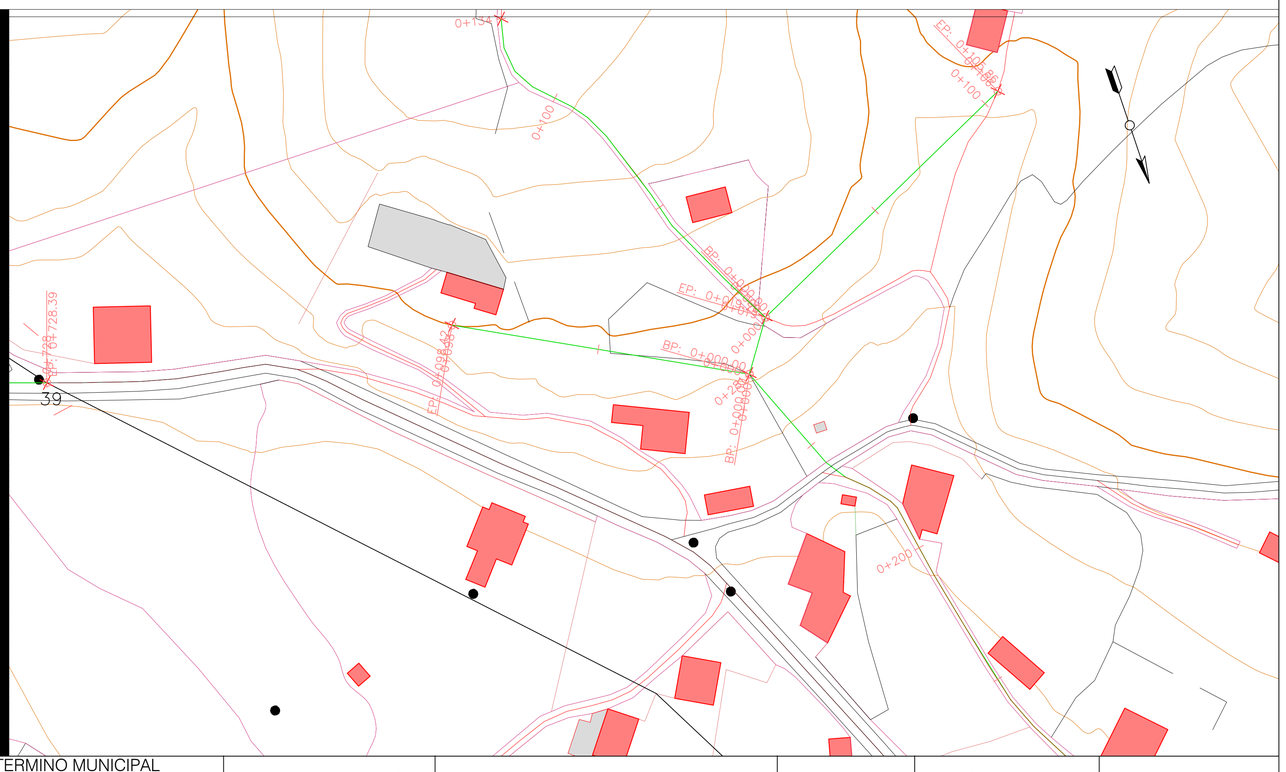


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 52 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

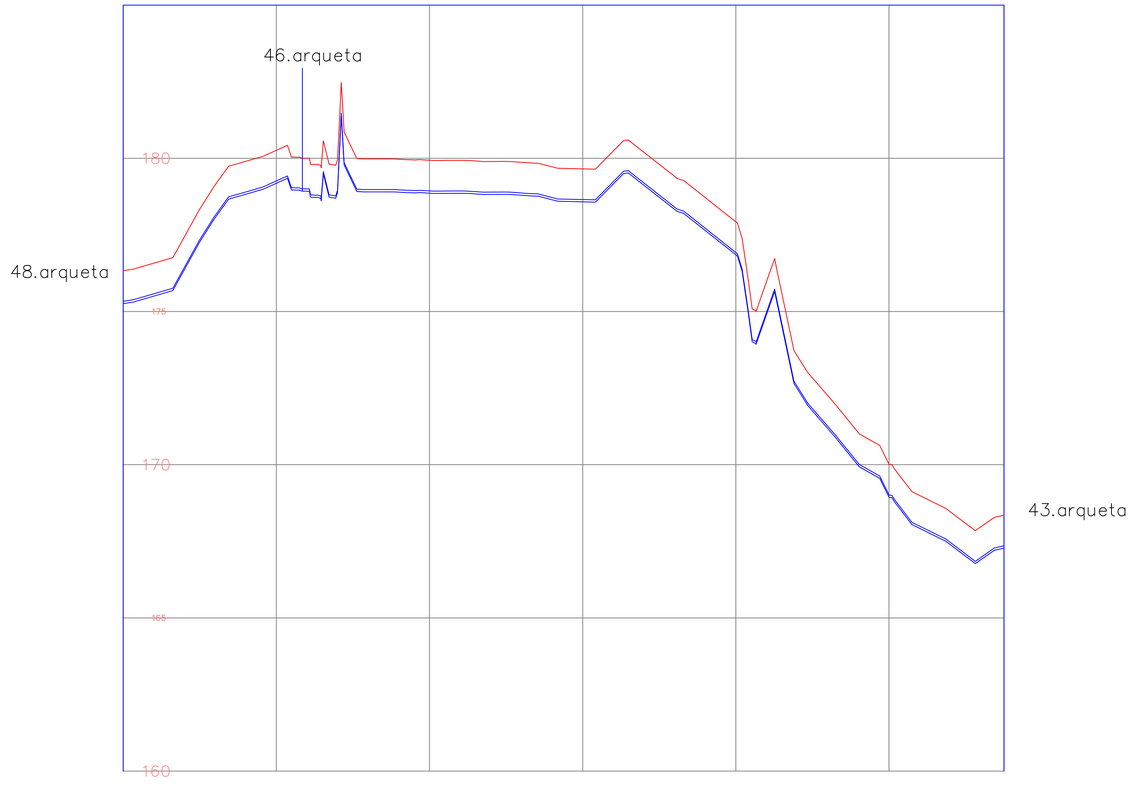




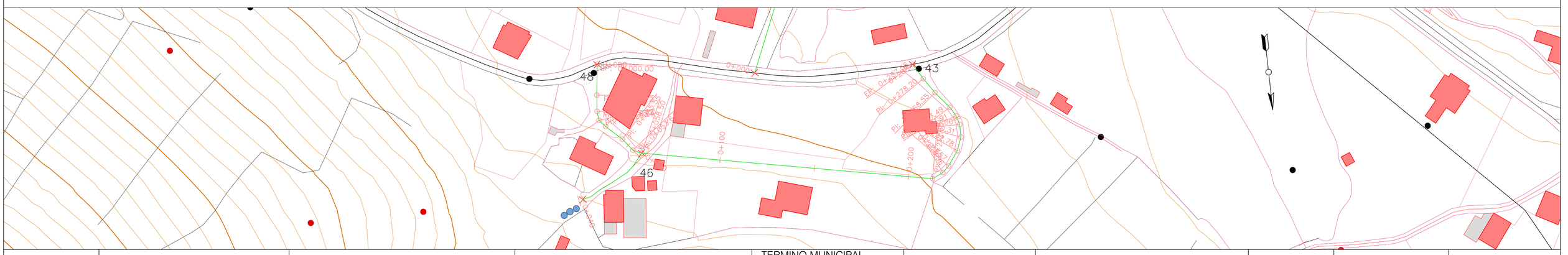
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 53 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



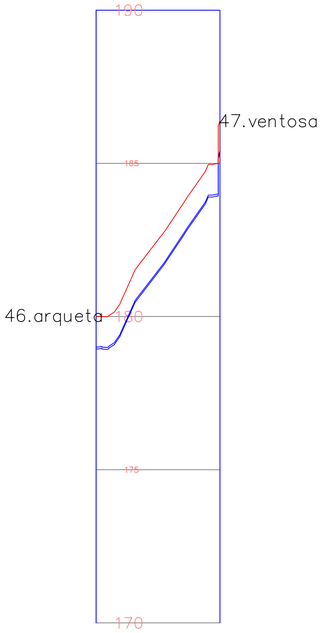
COTA DEL TERRENO	176.33	180.26	179.94	179.65	177.93	170.02	168.35
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	175.33	179.26	178.94	178.65	176.93	169.02	167.35
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+287.55



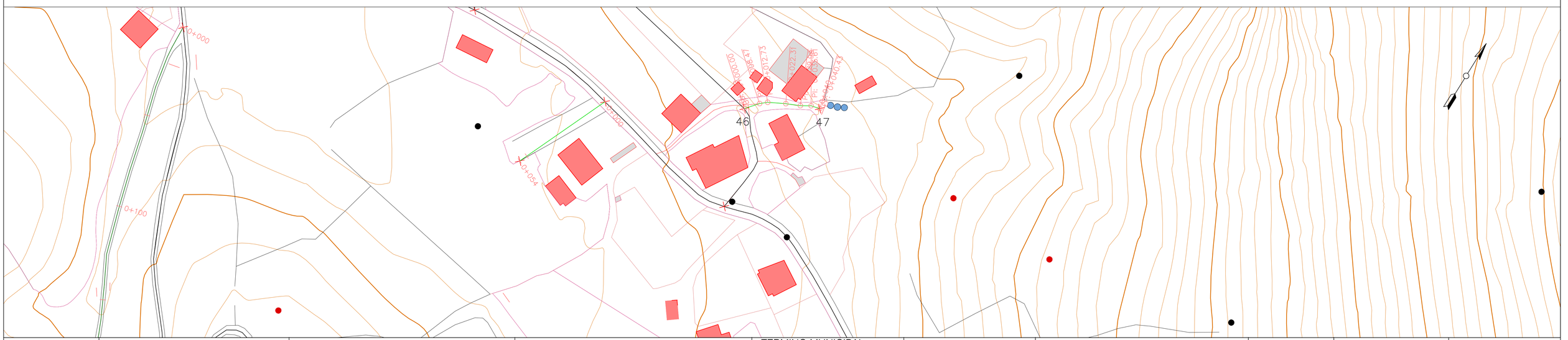
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 54 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



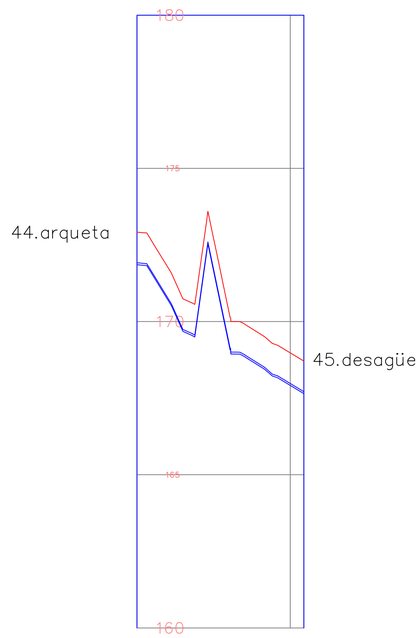
COTA DEL TERRENO	180.01	186.41
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	179.01	185.41
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+040.43

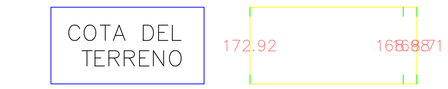


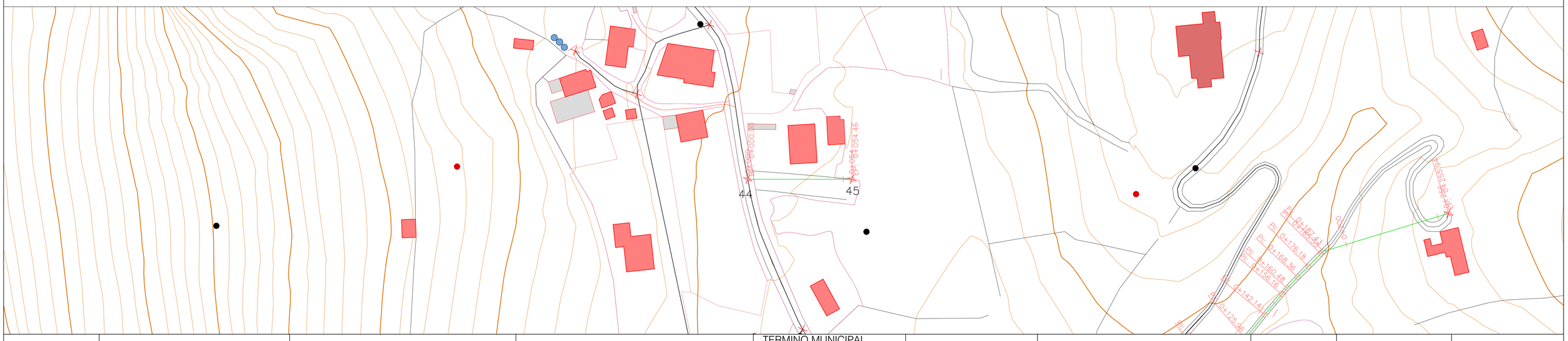
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 55 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



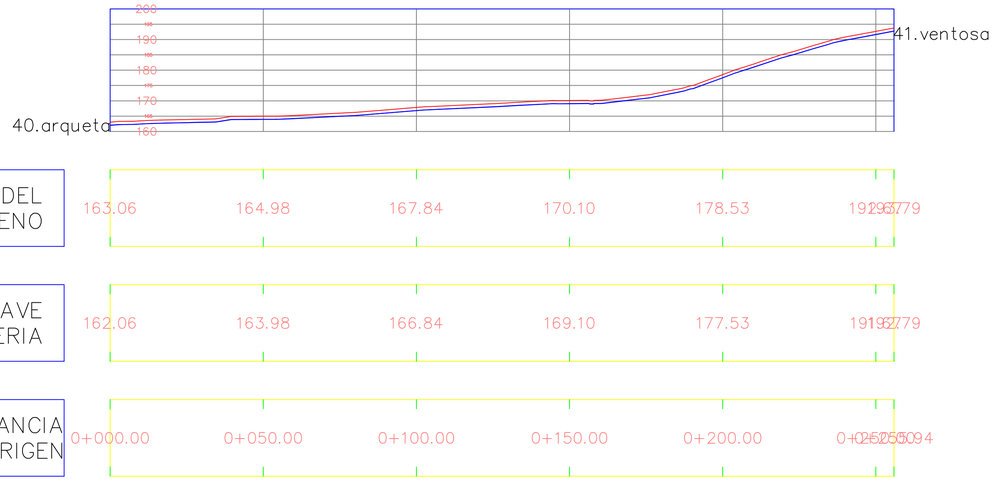


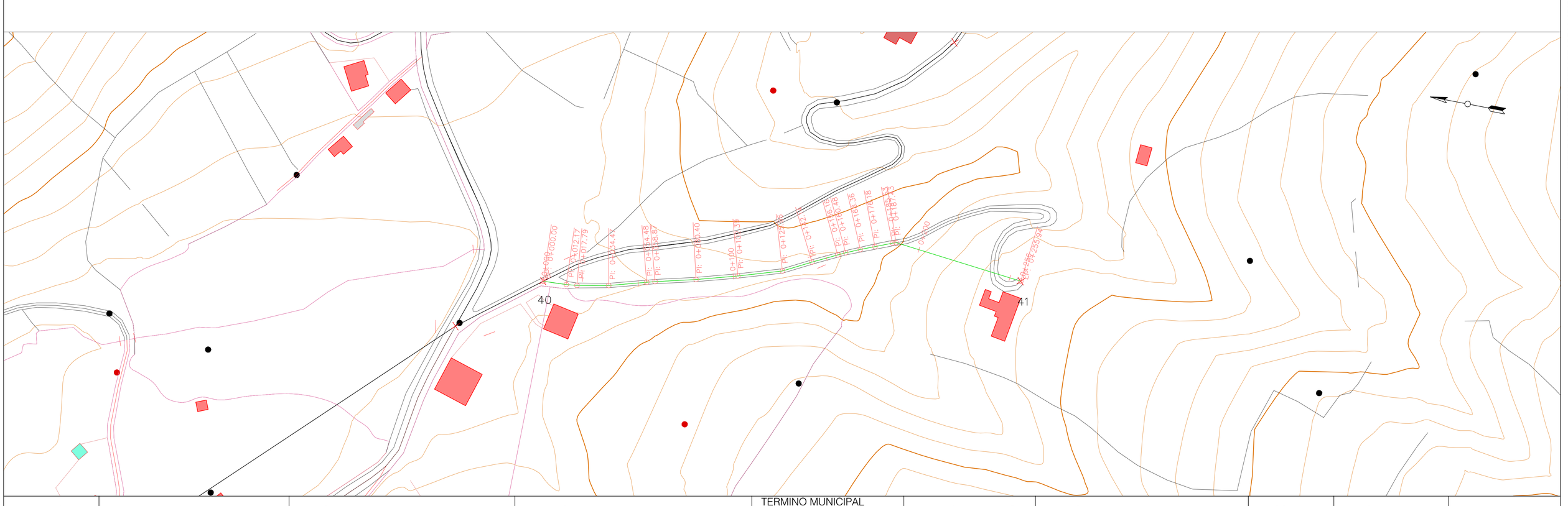


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 56 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

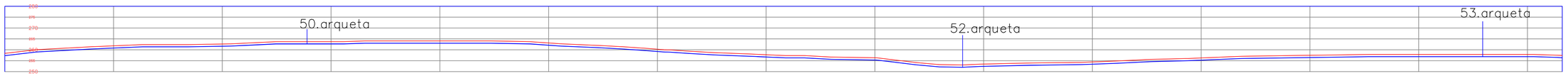




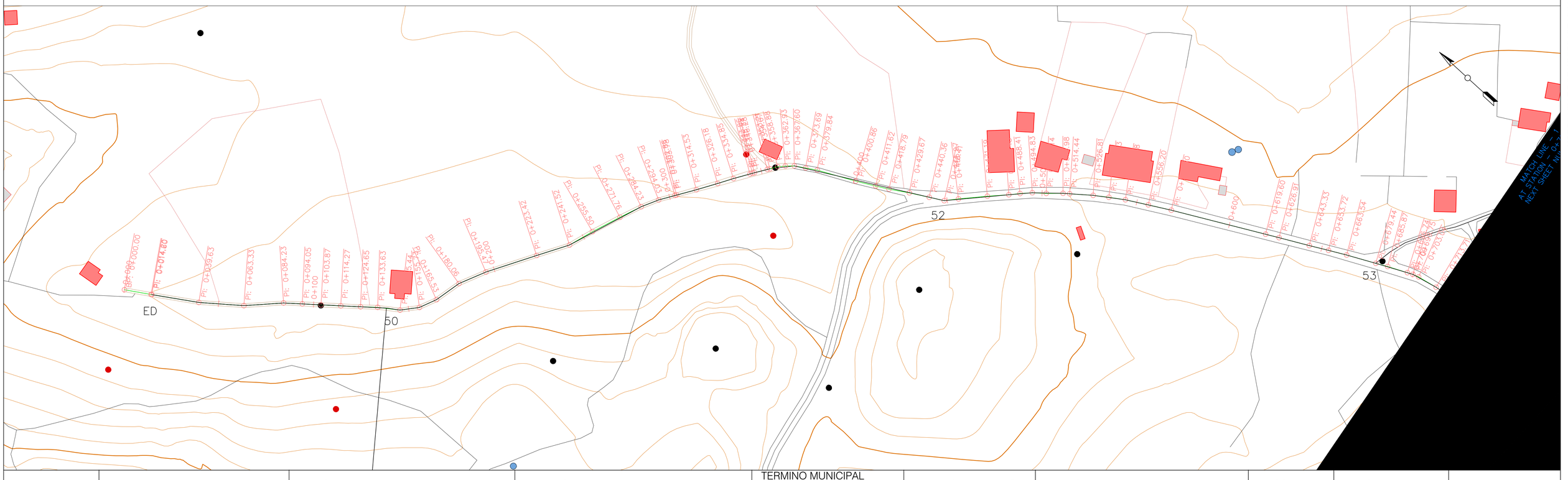
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 57 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



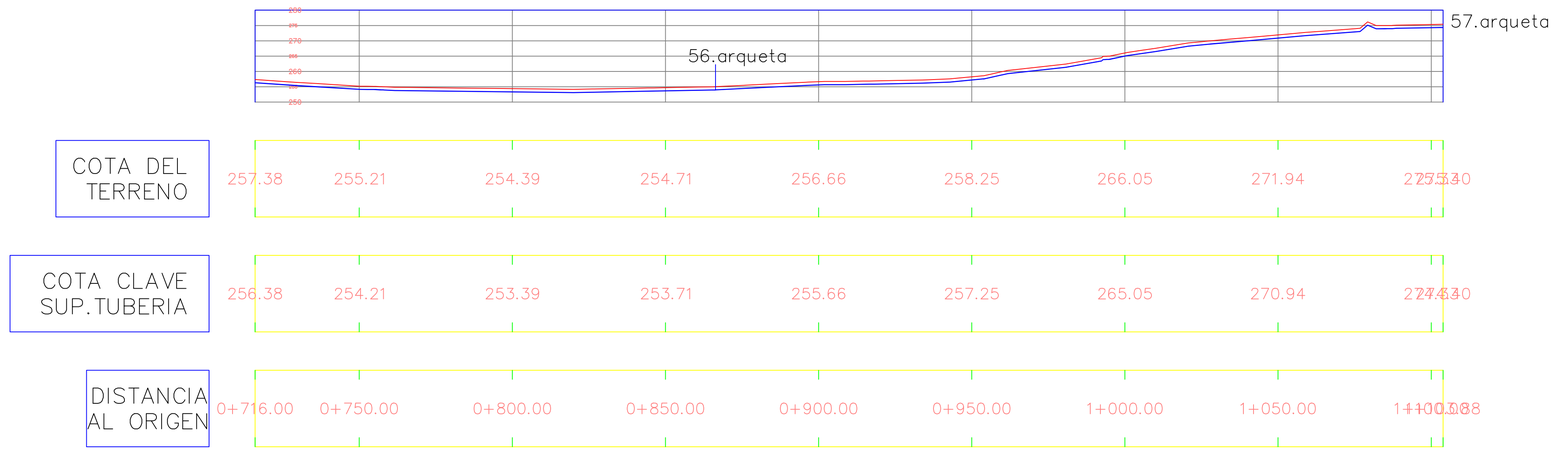
COTA DEL TERRENO	258.37	261.84	262.68	263.75	264.09	263.16	260.27	257.75	256.35	253.45	254.43	256.27	257.49	257.88	257.87	257.38
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	257.37	260.84	261.68	262.75	263.09	262.16	259.27	256.75	255.35	252.45	253.43	255.27	256.49	256.88	256.87	256.38
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+716.00

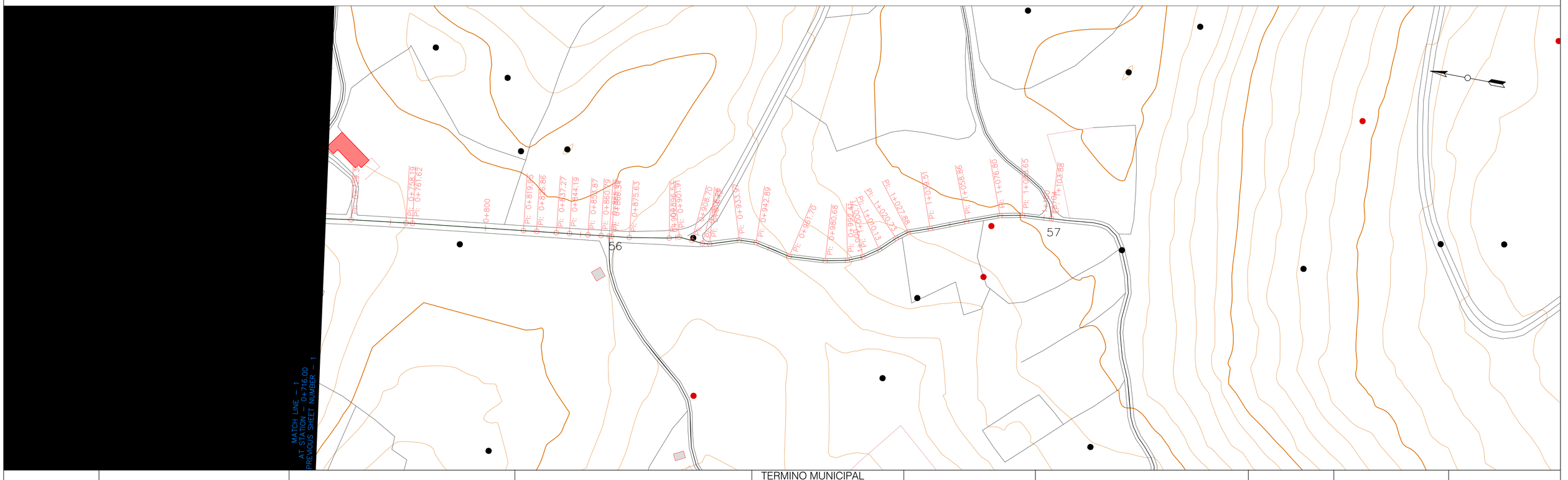


ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 58 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

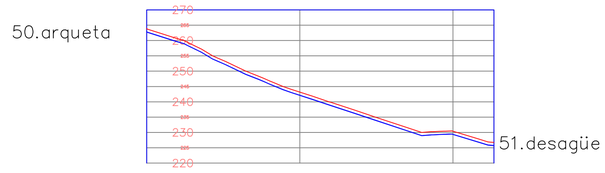




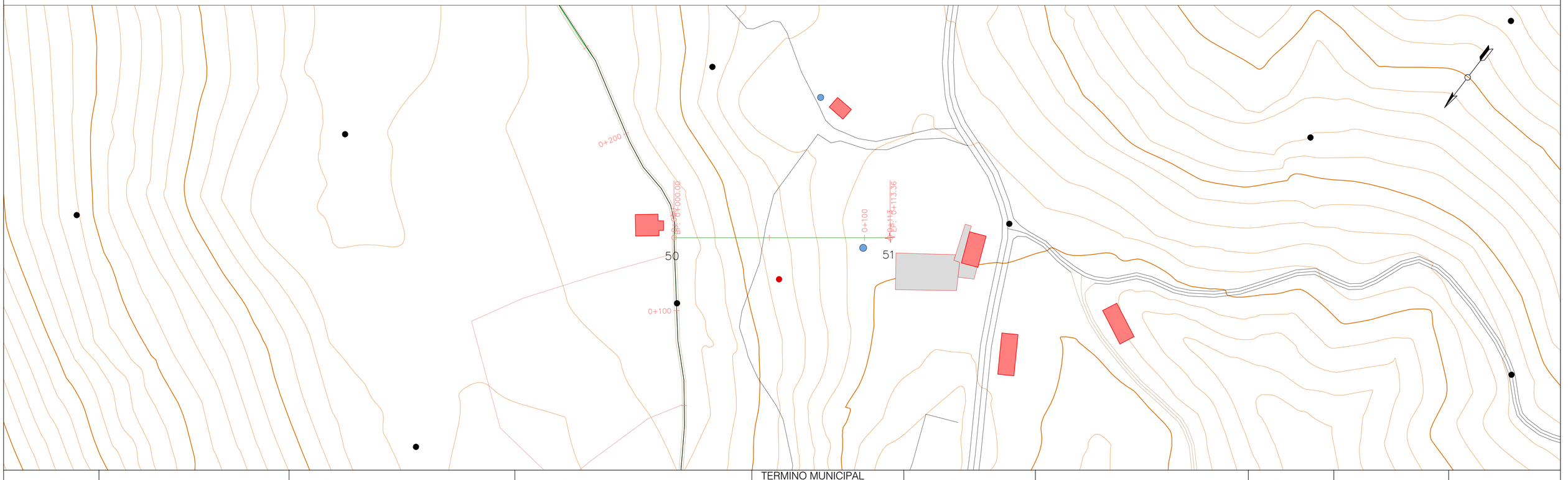
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 59 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



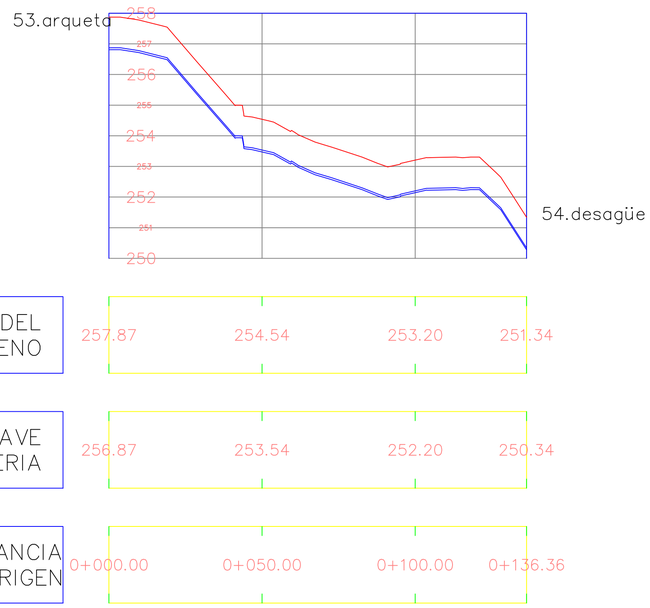
COTA DEL TERRENO	263.92	243.17	230.42 / 226.76
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	262.92	242.17	229.42 / 225.76
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00 / 0+113.36



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 60 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

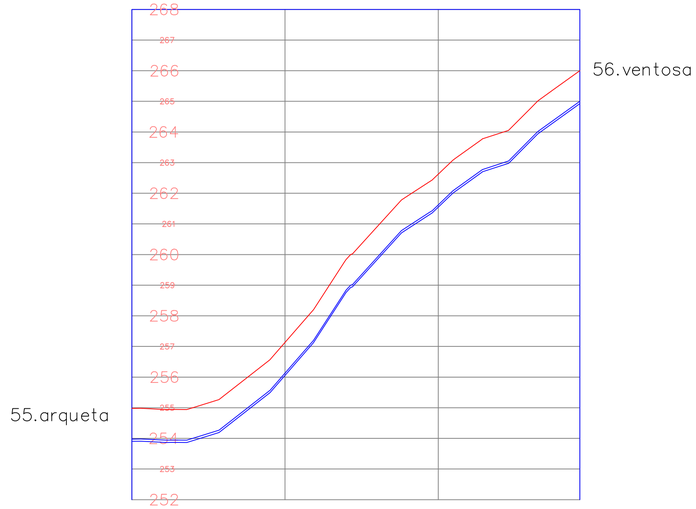
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



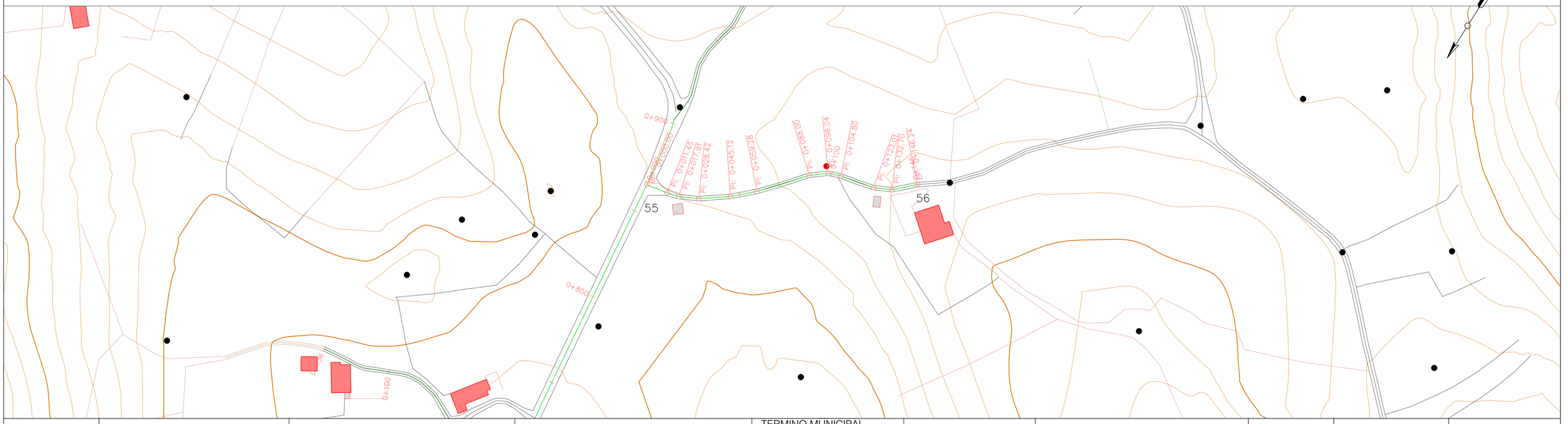
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 61 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



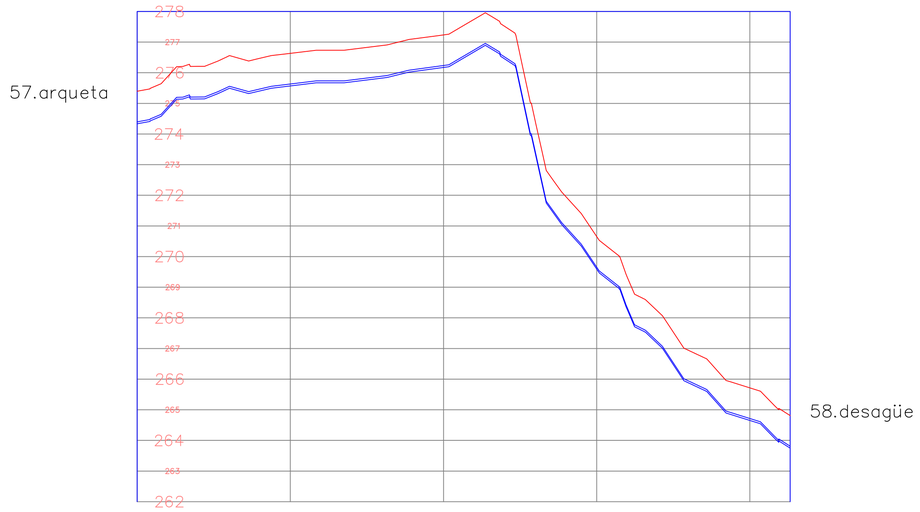
COTA DEL TERRENO	254.98	257.13	262.62	266.00
COTA CLAVE SUP.TUBERIA	253.98	256.13	261.62	265.00
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+146.24



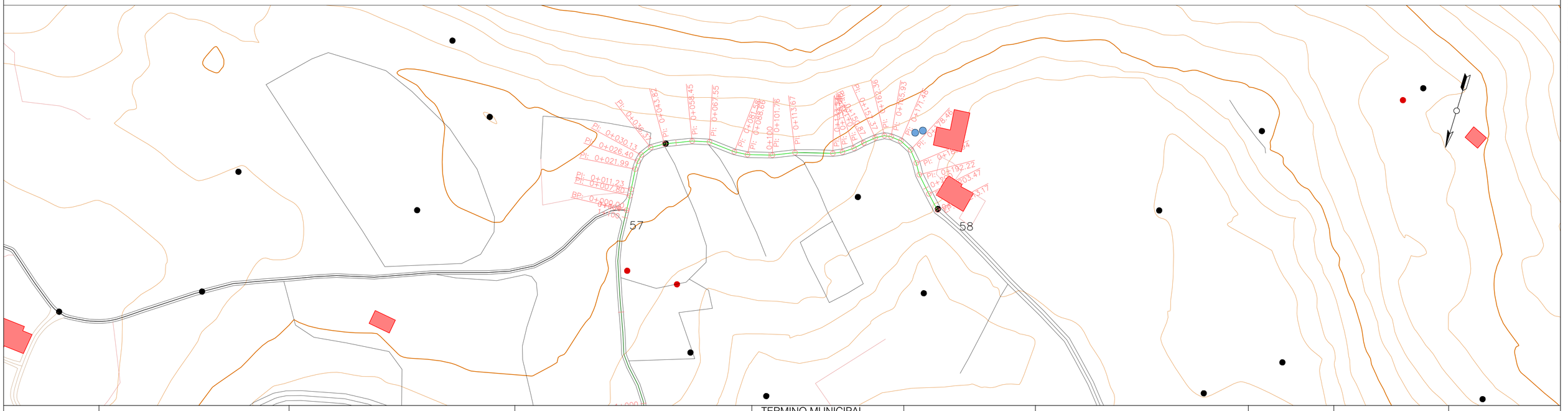
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 62 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



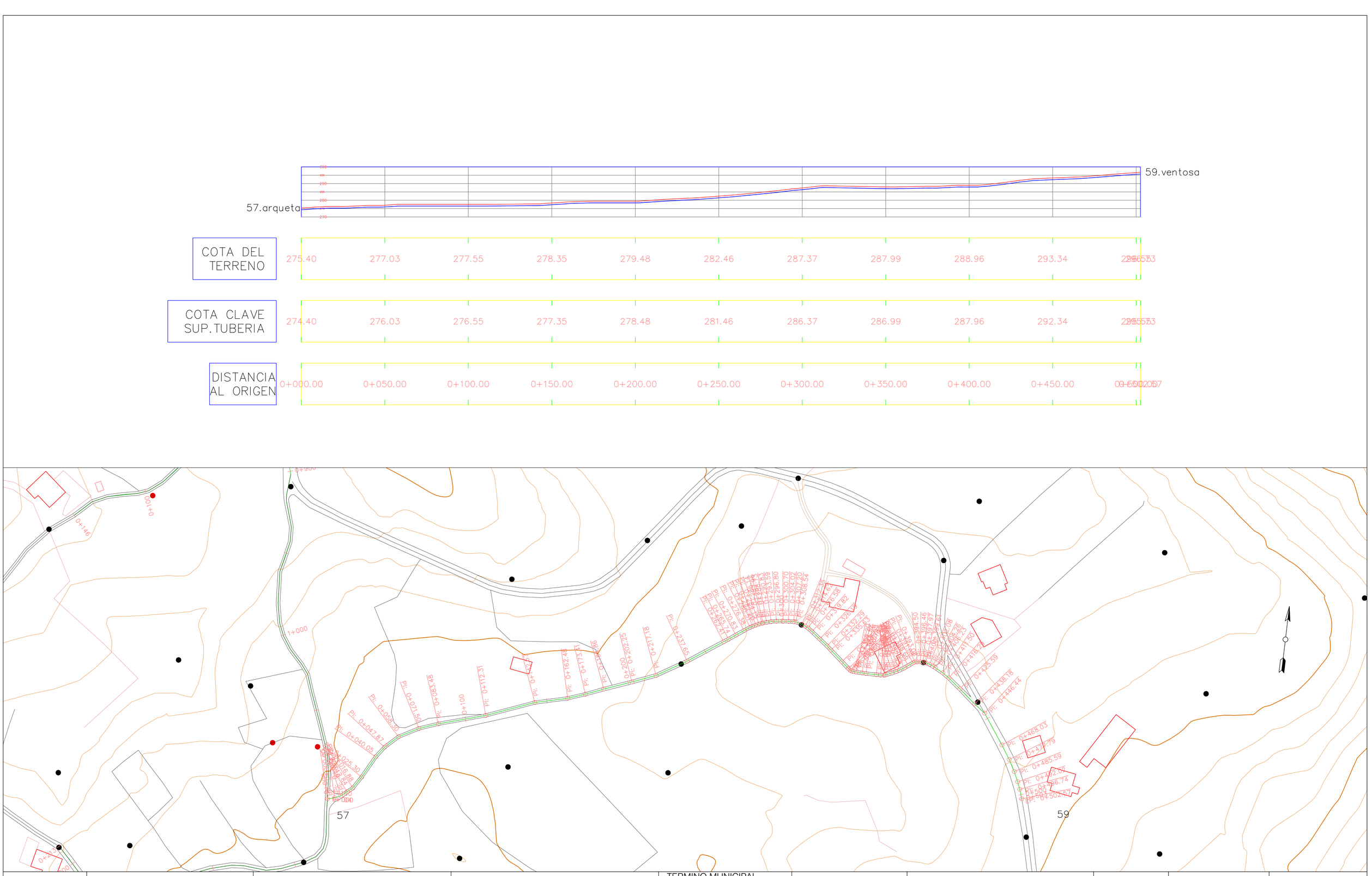
COTA DEL TERRENO	275.40	276.63	277.24	270.66	265.72	264.81
COTA CLAVE SUP. TUBERIA	274.40	275.63	276.24	269.66	264.72	263.81
DISTANCIA AL ORIGEN	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+213.17



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 63 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



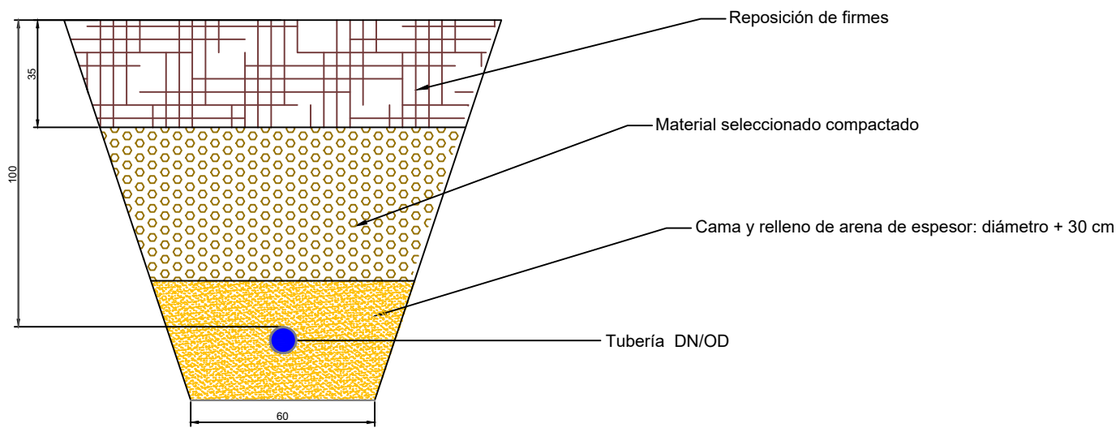
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Planta-Perfil	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/1000	FECHA Junio 2020	PLANO 64 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

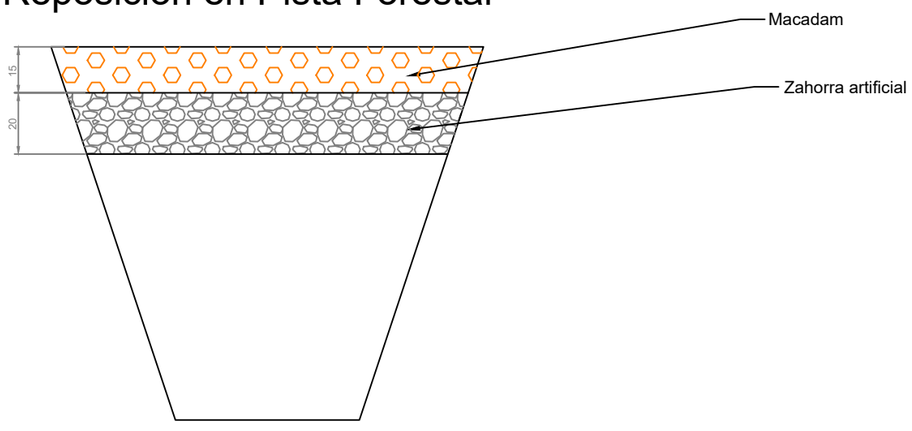
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

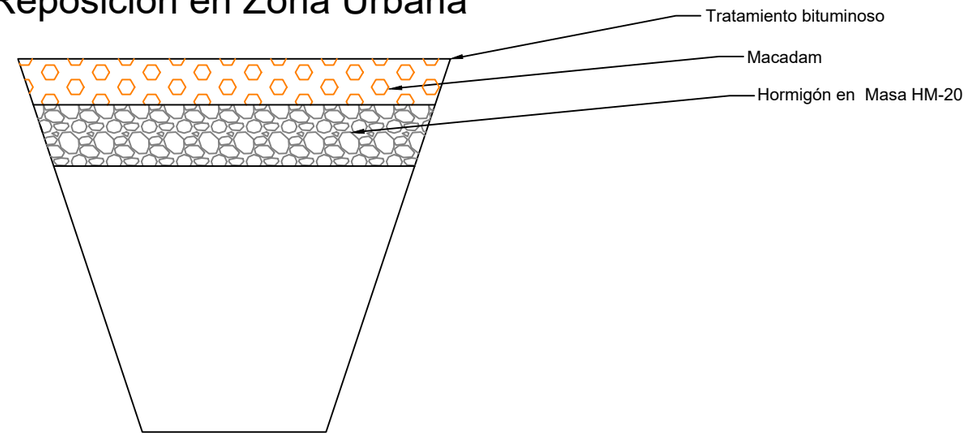
Sección Tipo de Zanja



Reposición en Pista Forestal



Reposición en Zona Urbana



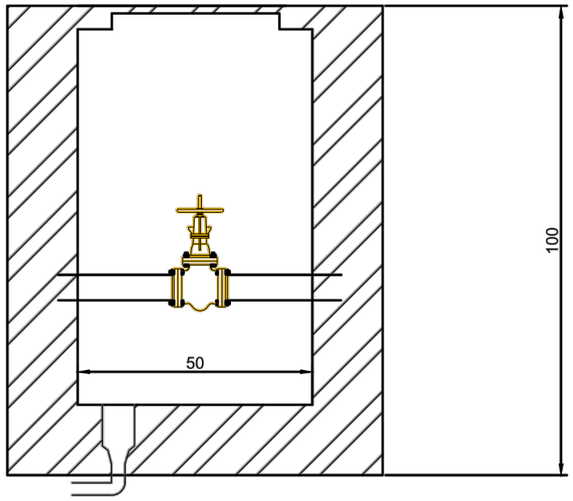
Cotas en cm

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de Abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Secciones tipo	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/20	FECHA junio 2020	PLANO 65 HOJA DE

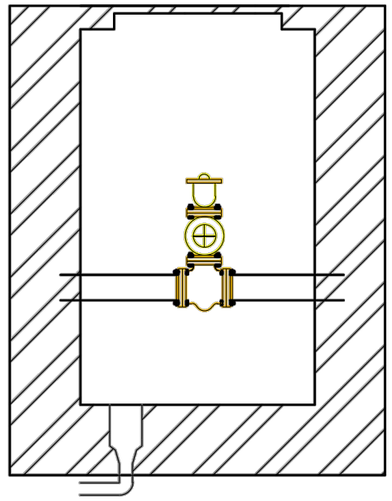
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

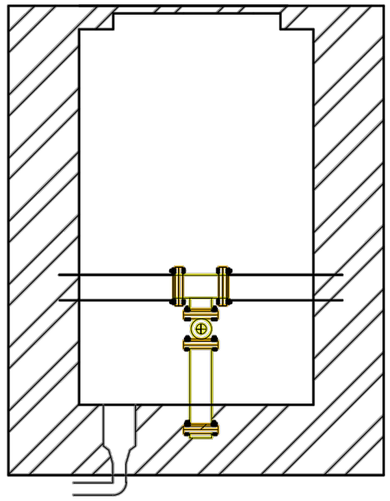
ARQUETA LLAVES

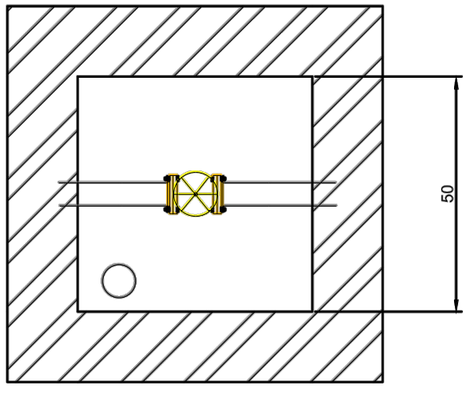


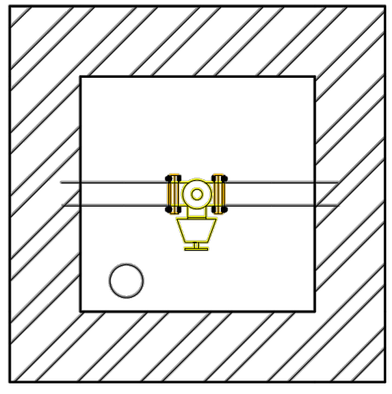
ARQUETA VENTOSA

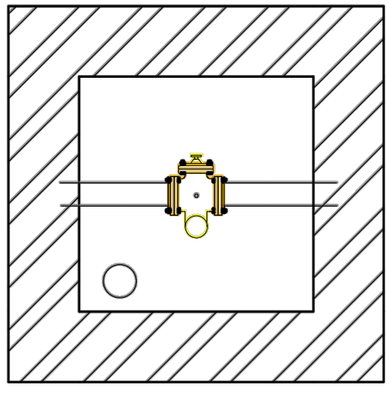


ARQUETA DESAGÜE







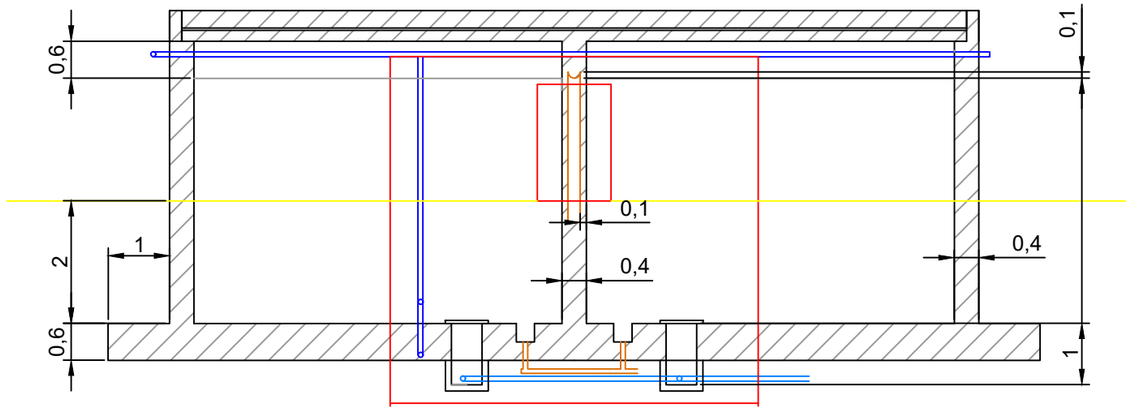


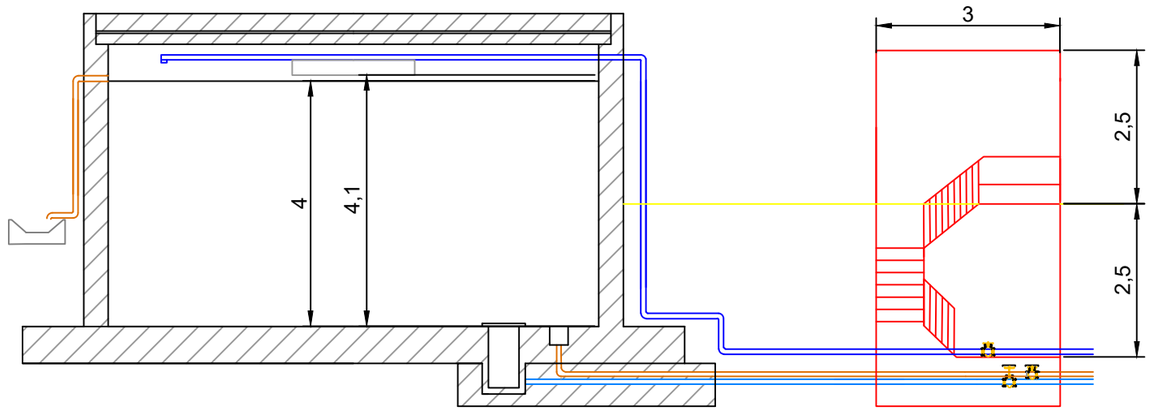
Cotas en cm

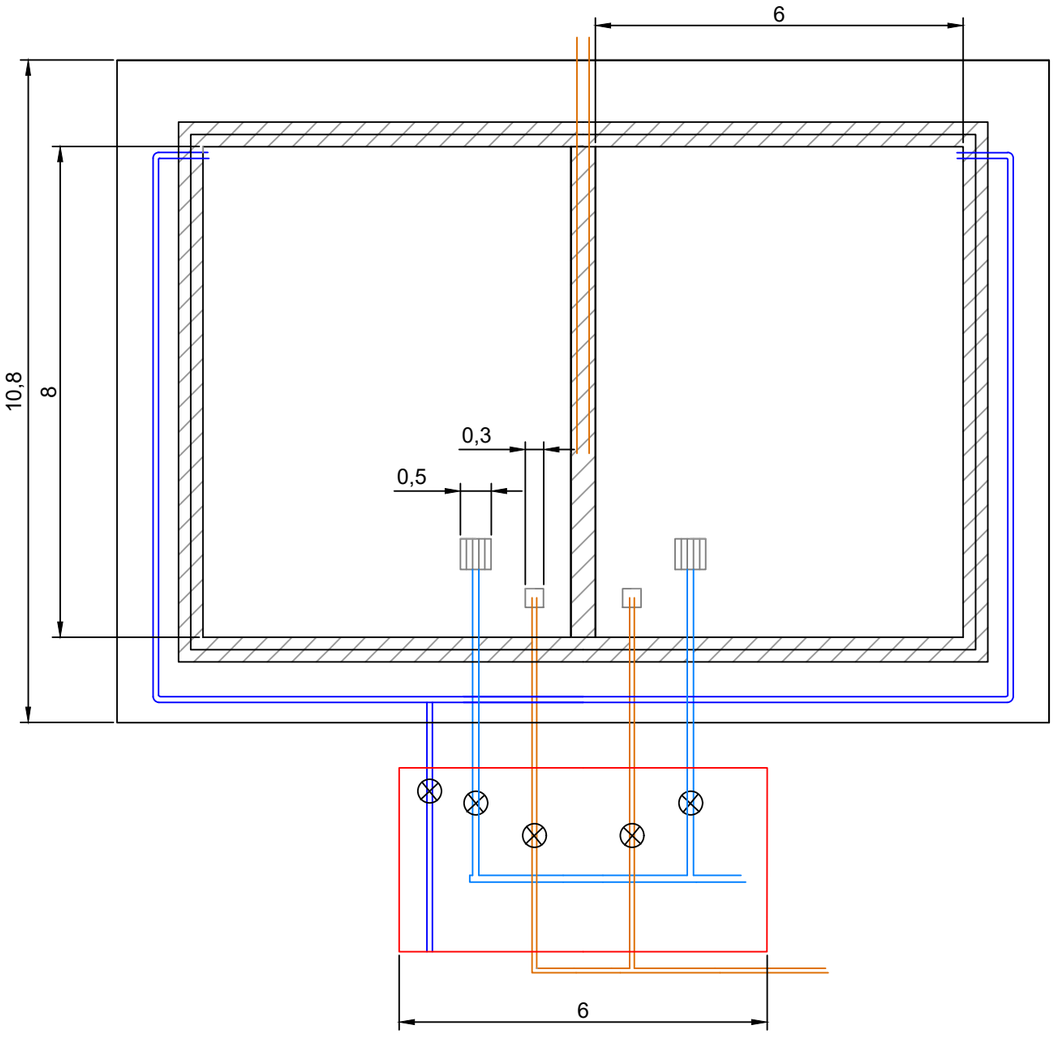
	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de Abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Arquetas	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/20	FECHA junio 2020	PLANO 66 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK







Línea azul	entrada de agua
Línea azul claro	salida de agua
Línea marrón	desagüe + rebosadero
Línea amarilla	terreno
Líneas rojas	caseta de válvulas
Líneas grises	depósito de agua

Cotas en metros

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Red de Abastecimiento	TITULO Abastecimiento de agua a Matienzo	TERMINO MUNICIPAL Ruesga PROVINCIA Cantabria	TITULO DEL PLANO Deposito	AUTOR Samuel Eloy Riaño Larios	ESCALA 1/100	FECHA junio 2020	PLANO 67 HOJA DE

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES

Contenido

1. PRESCRIPCIONES DE CARACTER GENERAL 4

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS 4

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 4

1.3. OBJETO DEL PLIEGO 4

1.4. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS 5

1.5. MATERIALES 5

1.6. OBLIGACIONES LABORALES Y SOCIALES. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 5

1.7. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO 6

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 6

2.1. MATERIAL PARA EL RELLENO DE ZANJA 7

2.2. AGUA 7

2.3. HORMIGONES 8

2.4. ÁRIDO PARA HORMIGONES 8

2.5. ARMADURAS 9

2.6. MATERIALES PARA BASES DE ZAHORRA ARTIFICIAL 9

2.7. CEMENTOS 9

2.8. ALQUITRANES, BETUNES ASFÁLTICOS, EMULSIONES ASFÁTICAS Y OTRAS MEZCLAS BITUMINOSAS .. 9

2.9. ENCOFRADOS 10

2.10. TUBOS DE POLIETILENO 10

2.11. MADERAS 10

2.12. MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO 11

2.13. 2.13. ARENAS PARA PROTECCIÓN Y ASIENTO DE TUBERÍAS 11

2.14. ARENAS PARA LA CONFECCIÓN DE HORMIGONES 12

2.15. MACADAM 12

2.16. OTROS MATERIALES 12

3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 12

3.1. CONDICIONES GENERALES 12

3.2. DESVÍO DE SERVICIOS 14

3.3. EXCAVACIÓN EN ZANJA 14

3.4. RELLENO DE TIERRAS 17

3.5. CARGA Y TRANSPORTE:CARGA 19

3.6. CARGA Y TRANSPORTE:TRANSPORTE 20

3.7. MORTEROS DE CEMENTO 21

3.8. OBRAS DE HORMIGÓN 21

3.9. CIMBRAS Y ENCOFRADOS 22

3.10. TUBERÍAS 22

3.11. PIEZAS ESPECIALES PARA TUBERÍAS 25

3.12. PRUEBAS DE LA TUBERÍA 27

3.13. DESINFECCIÓN Y LAVADO 29

3.14. DESVÍO DEL TRÁFICO 30

3.15. OBRAS QUE DEBEN QUEDAR OCULTAS 30

3.16. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS NO ESPECIFICADAS 30

4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS 30

4.1. NORMAS GENERALES 30

4.2. EXCAVACIONES 31

4.3. RELLENOS 31

4.4. HORMIGONES 31

4.5. MORTEROS DE CEMENTO 32

4.6. ACERO 32

4.7. TUBERÍAS, JUNTAS Y ACCESORIOS 32

4.8. ARQUETAS 32

4.9. REPOSICIONES 32

4.10. MEDIOS AUXILIARES 33

4.11. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS Y PERJUICIOS 33

4.12. MODO DE ABONO DE LAS OBRAS 33

4.13. BALIZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN,DESVÍOS DE TRÁFICO Y DAÑOS INEVITABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 33

4.14. PRUEBAS Y ENSAYOS 34

5. DISPOSICIONES GENERALES FINALES 34

5.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y ORDEN DE LAS MISMAS 34

5.2. SEGURIDAD Y SALUD 34

5.3. AUTORIZACIONES 34

5.4. PLAZO DE GARANTÍA 34

5.5. RECEPCIONES 34

5.6. PLAZO DE EJECUCIÓN 34

1. PRESCRIPCIONES DE CARACTER GENERAL

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

Las obras a ejecutar son las que se definen en este proyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA A MATIENZO (RUESGA).

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este pliego de prescripciones técnicas será de aplicación en la prestación a contratar, realización del suministro, explotación del servicio o ejecución de las obras, en su proyecto, ejecución, inspección, dirección o explotación.

1.3. OBJETO DEL PLIEGO

Este pliego comprende las condiciones que son preceptivas en la ejecución de las obras descritas en este Proyecto. Además del presente Pliego y siempre que no vayan en contra de sus artículos, serán también de aplicación:

-Legislación de Contratos de las Administraciones Públicas.

-Texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas

-Disposiciones vigentes sobre protección a la Seguridad y Salud Laboral en el Trabajo.

-R. D. 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

-R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08) (BOE de 23 de agosto de 2008).

-Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

-Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.

-Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua del 28 de Julio de 1.974.

-Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX. Mayo 2003

-UNE-EN 12201:2012. Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE)

-UNE 53394:2006 IN. Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.

-UNE-EN 12099:1997 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Materiales y componentes de tubería de polietileno. Determinación del contenido en materiales volátiles.

-Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones del 23 de Marzo de 1.987.

-Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1.976.

-Tubos de Polietileno. Normas UNE 53965-1 EX UNE 53966 UNE 53131

-Válvulas de control.

-Normas básicas para instalaciones de redes de consumo de agua.

-Reglamento Técnico Sanitario para abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

-Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua para el consumo humano que traspone a la legislación española la Directiva Europea de Calidad del Agua (DWD 98/83/CE).

-Ley de residuos.

-Pliego de condiciones del Servicio Hidráulico de la Diputación Provincial de Santander aprobado el 11 de Junio de 1964.

-Texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por R.D.1/2001, de 20 de julio. (Real Decreto que sustituye a la Ley de aguas, L 29/1985).

El contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas con anterioridad a la fecha de licitación y que sean de aplicación a los trabajos a realizar, tanto si están especificadas en la relación anterior como si no lo están.

1.4. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

El adjudicatario proporcionará a la Dirección de la Obra o a sus representantes toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y mediciones, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos con objeto de comprobar el cumplimiento de la condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo en todo momento el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan y preparen los materiales o se realicen los trabajos para las obras, siendo de cuenta del Contratista los gastos de inspección y vigilancia de las obras.

1.5. MATERIALES

Se emplearán los que figuran en cubicaciones, mediciones y presupuesto y sólo podrán sufrir modificación si durante la ejecución de las obras se comprueba tal necesidad, y con orden expresa del Director de Obra.

1.6. OBLIGACIONES LABORALES Y SOCIALES. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El adjudicatario está obligado al cumplimiento del Código de Trabajo de la Ley

de Reglamentación Nacional de Trabajo en la Industria de la Construcción y Obras Públicas de 2 de Abril de 1964 y disposiciones aclaratorias, así como las que en lo sucesivo se dicten sobre la materia.

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a la expropiación de las zonas afectadas por las mismas. En este proyecto no se contemplan expropiaciones.

También deberá indemnizar a los propietarios de os derechos que les corresponde y de todos los daños que se causen con motivo de las distintas operaciones que requieran la ejecución de las obras.

La señalización de las obras durante su ejecución será de cuenta del Contratista, efectuándola de acuerdo con la Instrucción 8.3 BOE 18/9/97. Asimismo está obligado a balizar y señalizar extremando la medida, incluso estableciendo vigilancia permanente si fuera necesario.

1.7. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los Planos y Pliego de Condiciones, o que por uso y costumbre deben ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de inicio de la obra, y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo realizado.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales serán de primera calidad. Serán de aplicación obligatoria las prescripciones contenidas en las normas que se citan en los apartados correspondientes, relativas a la calidad de los materiales y a las condiciones de ejecución en obra.

El Contratista proporcionará, antes de su puesta en obra, las fichas técnicas de los materiales que vayan a emplearse en la ejecución de las obras y al menos dos muestras de los materiales para su examen y aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

No podrán emplearse materiales y equipos que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra. Este control previo no implica la recepción definitiva ya que pueden ser rechazados si los ensayos de control o su puesta en obra no cumplen el Pliego de Prescripciones del Proyecto.

Las comprobaciones que no se realicen en presencia y bajo control de la Dirección de Obra deberán encomendarse a un Laboratorio Oficial u Homologado.

Si la Dirección Facultativa estimase que los materiales empleados no se ajustan a las fichas técnicas aprobadas, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para verificar su adecuación. Si los resultados de los ensayos confirmasen el criterio de la Dirección Facultativa, los gastos y retrasos ocasionados serían por cuenta del Contratista, además de los de demolición o desmontaje.

Las muestras de materiales, una vez que aceptados, serán guardadas juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve.

2.1. MATERIAL PARA EL RELLENO DE ZANJA

Los materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas, serán suelos o materiales constituidos con productos que no contengan materia orgánica descompuesta, estiércol, materiales congelados, raíces, terreno vegetal o cualquier otra materia similar.

Los materiales se podrán obtener de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que en caso necesario, se autoricen por la Dirección de la Obra.

El material a emplear para el relleno de las zanjas cumplirá las especificaciones impuestas para los suelos adecuados o seleccionados en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Además deben poseer las siguientes características:

Se considerarán suelos seleccionados aquellos que cumplan las siguientes condiciones:

- Carecerán de elementos de tamaño superior a cien milímetros (100 mm.).
- C.B.R. mayor de diez (>10). No presentará hinchamiento en el ensayo.
- Contenido en materia orgánica inferior a 0,2 % (< 0,2 %).
- Contenido en sales solubles en agua, incluso yeso inferior a 0,2 % (< 0,2 %), según NLT 114.
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual a 15 % (=< 15 %), o en caso contrario todas y cada una de las condiciones siguientes:
    - Cernido por el tamiz 2 UNE < 80 %
    - Cernido por el tamiz 0,40 UNE < 75 %
    - Cernido por el tamiz 0,08 UNE < 25 %
    - Límite líquido inferior a treinta (LL < 30), según UNE 103103
    - Índice de plasticidad inferior a diez (IP < 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

Se considerarán suelos adecuados, aquellos que cumplan las siguientes condiciones:

- Carecerán de elementos de tamaño superior a cien milímetros (100 mm.).
- C.B.R. mayor de cinco (>5). Hinchamiento en el ensayo inferior a dos por ciento (< 2 %).
- Cernido por el tamiz 2 UNE inferior a 80 % (< 80 %) en peso.
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior a 35 % (<35 %) en peso.
- Contenido en materia orgánica inferior a 1 % (< 1 %).
- Límite líquido inferior a cuarenta (LL < 40). Si LL > 30, IP > 4.
- Contenido en sales solubles en agua, incluso yeso inferior a 0,2 % (< 0,2 %), según NLT 114.

2.2. AGUA

El agua utilizada para alguna de los usos siguientes:

-Elaboración de hormigón

-Elaboración de mortero

-Riego de plantaciones

-Humectación de bases o sub-bases

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en el Artículo vigésimo séptimo de la Instrucción EHE. La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Director de las Obras. Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica se realizará el correspondiente análisis clínico.

2.3. HORMIGONES

Se utilizarán los siguientes tipos de hormigones :

-HA-30/F/20/IV, HM-20

La adición de productos químicos con cualquier finalidad, aunque fuere por deseo del contratista y a su costa, no podrá hacerse sin autorización expresa de la

Dirección de Obra, que podrá exigir la presentación de ensayos o certificación de características a cargo de algún laboratorio oficial.

Si por el contrario, fuese la Dirección de Obra la que decidiese el empleo de algún producto aditivo o corrector, el contratista estará obligado a hacerlo en las condiciones que le señale aquélla, y tendrá derecho al abono de los gastos que por ello se le originen.

La mezcla de cemento, áridos, arena y agua será homogénea y sin segregaciones.

Los componentes del hormigón, su dosificación, el proceso de fabricación y el transporte estarán de acuerdo con las prescripciones de la EHE-08.

La designación del hormigón indicará la resistencia característica estimada a compresión en N/mm2 a los 28 días.

El contenido de cemento y la relación máxima de agua/cemento estará regulada en función de la clase de exposición según la tabal 37.3.2 de la EHE-08.

Para la elaboración y utilización de hormigones la temperatura ambiente estará entre 5 y 40 grados centígrados.

2.4. ÁRIDO PARA HORMIGONES

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en el Artículo vigésimo octavo de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

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

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

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

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

-Entre cero y cinco milímetros (0 - 5 mm).

-Entre cinco y veinticinco milímetros (5 - 25 mm).

-Mayor de veinticinco milímetros (25 mm).

2.5. ARMADURAS

Las armaduras para el hormigón estarán compuestas por barras corrugadas de acero del tipo B 500 S.

Deberán cumplir las especificaciones de los artículos trigésimo primero y trigésimo segundo de la presente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

A la llegada a la obra de cada partida, se exigirá garantía del fabricante de que las barras cumplen las exigencias citadas anteriormente. Serán desechadas aquellas partidas que no cumplan las características exigidas sin necesidad de someterlas a ninguna clase de pruebas.

2.6. MATERIALES PARA BASES DE ZAHORRA ARTIFICIAL

Los materiales procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener como mínimo cincuenta por ciento (50%) en peso de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condicionas más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

El árido se compondrá de elementos limpios y sólidos, exentos de polvo, suciedad, arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de uno de los usos reseñados a continuación:

2.7. CEMENTOS

El tipo, clase y categoría de los cementos utilizables sin necesidad de justificación especial, serán para un ambiente IV (corrosión por cloruros) en la realización de hormigón armado para la realización del depósito de aguas, se escogerá entre los siguientes: CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D o cemento con adición de micro sílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%, definidos en la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos RC-08, así como la Instrucción EHE-VIGENTE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa o armado, y cumplirán igualmente lo especificado en al artículo 202 del PG-3.

Para la realización del hormigón para reposición del firme se podrá utilizar cualquiera que cumpla con las condiciones en la EHE-vigente y en la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos RC-08.

2.8. ALQUITRANES, BETUNES ASFÁLTICOS, EMULSIONES ASFÁTICAS Y OTRAS MEZCLAS BITUMINOSAS

Será de aplicación lo dispuesto en los art.210, 211,212,531, 532.2.1,532.2.2,542 del PG-3. Siendo la mezcla bituminosa empleada la que cumpla con su artículo correspondiente del PG-3.

2.9. ENCOFRADOS

Los encofrados podrán ser metálicos, de madera, productos de aglomerado, etc., debiendo en todo caso ser aprobados por el Director de Obra.

2.10. TUBOS DE POLIETILENO

Los tubos de polietileno para conducción de agua potable a presión serán de color negro con bandas azules, cumpliendo en todo caso las especificaciones de las normas UNE-EN 12201:2012 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE); UNE-EN 12099:1997 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Materiales y componentes de tubería de polietileno. Determinación del contenido en materiales volátiles.

En su instalación y manejo se cumplirá en todo caso la norma UNE 53394:2009IN Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.

Una vez instalada la tubería, se realizará la limpieza y/o desinfección de la misma, de acuerdo con los criterios establecidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

En este Proyecto las tuberías a utilizar serán PE-100 de 16 atmósferas de presión nominal, de 90 mm de diámetro exterior y 81,8 mm de diámetro interior para la conducción. PE-80 de 16 atmósferas de 90 y 110 mm de diámetro exterior para la red de distribución y 79,9 y 97,7 de diámetro respectivamente.

Asimismo, se realizará la prueba de presión según norma UNE EN 805.

2.11. MADERAS

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar y de taller, deberá cumplir las condiciones generales siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso a que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.
- No se permitirá en ningún caso madera sin descortezar ni siquiera en las entibaciones o apeos.
- Las dimensiones y forma de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o las aprobadas por el Director.
- La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

Madera para entibaciones y medios auxiliares:

- Deberá tener dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia para la seguridad de la obra y de las personas.
- Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición, aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.
- Deberá estar exenta de fracturas por compresión. Madera para encofrados y cimbras.
- Tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón
- La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas, y de fibra recta. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80, según la Norma 56-525.
- Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será :
    - machihembrada; escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.
- Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o a imperfecciones en los paramentos.
- Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos.

Madera para carpintería de taller:

- Deberá ser escuadrada y estar exenta de alabeos, fendas y acebolladuras.
- Cuando la carpintería vaya a ser barnizada, la madera tendrá las fibras con apariencia regular y estará exenta de azulado; cuando vaya a ser azulado se admitirá azulado en un 15% de la superficie de la cara.

2.12. MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Cuando los materiales no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida, la Dirección Técnica de la obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas. Si a los quince días de recibir la orden, el contratista no la cumpliera, procederá la Administración a cumplir esa operación, corriendo los gastos por cuenta del contratista. En el caso de materiales defectuosos, pero aceptables, se recibirán con la rebaja de precio que se determine, a no ser que el contratista prefiera sustituidos por otros en condiciones adecuadas.

2.13. 2.13. ARENAS PARA PROTECCIÓN Y ASIENTO DE TUBERÍAS

La arena que se utilizará para protección de las tuberías deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas.
- Se utilizará indistintamente de “mina” o de “río”, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente. Las dimensiones de los granos serán de 3 milímetros como máximo. Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm

2.14. ARENAS PARA LA CONFECCIÓN DE HORMIGONES

- El Equivalente de Arena será superior a setenta (>70).
- El Índice de Plasticidad será inferior a cinco (IP<5).
- Por el tamiz UNE nº 4 deberá pasar el cien por cien (100 %).
- El contenido de partículas arcillosas no excederá del uno por ciento (1 %) del peso total.
- El contenido de sulfatos solubles, expresado en porcentaje de SO3 sobre el peso del árido seco, no excederá del cero ocho por ciento (0,8 %).
- Los finos que pasen por el tamiz 0,080 UNE, serán inferiores en peso al cinco por ciento (5 %) del total

2.15. MACADAM

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera, o grava natural; en cuyo caso deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento en peso de elementos machacados que presenten dos o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Sus características de calidad y composición granulométrica serán las definidas en el artículo 502.2.1 del PG-3. Salvo especificación en contrario, el huso a emplear del árido grueso será el M2 ó M3

El recebo será, en general, una arena natural, suelo seleccionado.

Sus características de plasticidad y composición granulométrica serán las definidas en el artículo 502.2.2 del PG-3.

2.16. OTROS MATERIALES

Los materiales que sean necesarios para la ejecución de las obras y que no hayan sido detallados en los apartados anteriores satisfarán, en cuanto a su calidad, las condiciones que se puedan exigir en una construcción esmerada, además de lo que sobre ello indique la Dirección Técnica de las obras.

3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1. CONDICIONES GENERALES

Las obras se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego, los planos y presupuesto del Proyecto, y las instrucciones del Ingeniero Director de la Obra, quien resolverá, además, las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de los distintos documentos y a las condiciones de ejecución.

El Director de la Obra suministrará al Contratista, a petición de éste, cuantos datos posea de los que se incluyen habitualmente en la Memoria, que puedan ser de utilidad en la ejecución de las obras y no hayan sido recogidos en los documentos contractuales. Dichos datos no podrán ser considerados nada más que como complemento de la información que el contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios, por lo que este deberá comprobarlos y la Propiedad no se hará responsable, en ningún caso, de los posibles errores que pudieran contener ni de las consecuencias que de ellos pudieran derivarse.

Antes de la iniciación de las obras el Contratista deberá presentar el programa de trabajo de las mismas. El orden de ejecución de los trabajos, compatible con los plazos programados, deberá ser aprobado por el Director de la Obra, cuya autorización deberá solicitar el Contratista antes de iniciar cualquier parte de las obras.

Los materiales a utilizar en las Obras cumplirán las prescripciones que para ellos se especifican en este pliego. El empleo de aditivos o productos auxiliares (activantes y adiciones de caucho para ligantes, desencofrantes, etc.) No previstos explícitamente en el Proyecto, deberán ser autorizados expresamente por el Director de las Obras, quien fijará en cada caso las especificaciones a tener en cuenta.

Las dosificaciones que se reseñan en los distintos documentos del Proyecto tienen carácter meramente orientativo. Todas las dosificaciones y sistemas de trabajo a emplear en la obra deberán ser aprobados antes de su utilización por el Ingeniero Director, quien podrá modificarlas a la vista de los ensayos y pruebas que se realicen y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos, sin que dichas modificaciones afecten a los precios de las unidades de la obra correspondientes cuando su objeto sea, únicamente, obtener las condiciones de trabajo previstas en el Proyecto para las mismas. El contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director de las Obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares para la correcta realización de los trabajos. Dicho equipo estará disponible con suficiente antelación al comienzo de la tarea correspondiente para que pueda ser examinado y aprobado por el Ingeniero Director en todos sus aspectos, incluso el de potencia y capacidad que deberán ser las adecuadas al volumen de obra en el plazo programado.

El equipo aprobado deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciéndose las reparaciones o sustituciones necesarias para ello en un plazo que no altere el programa de trabajo previsto. Si durante la ejecución de las Obras el Director estimase que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es el idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

Los trabajos nocturnos sólo podrán ser realizados con autorización del Ingeniero Director y cumpliendo sus instrucciones en cuanto al tipo de intensidad del equipo de iluminación que el Contratista debe instalar en este caso, sin menoscabo del cumplimiento de lo dispuesto en las disposiciones vigentes de cualquier índole que pudiesen ser de aplicación.

Durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Si existe temor de que se produzcan heladas, el Director de la Obra podrá ordenar la suspensión de los trabajos en fábricas de hormigón y en los que exijan el empleo de morteros de cualquier clase. En todo caso el Contratista protegerá todas las zonas que puedan ser perjudicadas por la helada y si existieran partes de la obra dañadas, estas se demolerán y reconstruirán a su costa. Así mismo, el Director de las Obras podrá suspender la ejecución de los trabajos en los puntos en que lo estime necesario en la época de grandes calores.

El Contratista queda obligado a señalizar a su costa las obras objeto del contrato, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba del Director de la Obra.

En la ejecución de las obras se procurará no alterar los servicios de carácter público más que en lo absolutamente necesario, dejando siempre a cubierto las necesidades del tráfico, dentro de los límites compatibles con el buen desarrollo y ejecución de los trabajos.

En cualquier caso, el Contratista deberá cumplir las condiciones que impongan los Ayuntamientos u otros Organismos Oficiales o Entidades interesadas o afectadas por las obras.

Durante la ejecución de los trabajos se realizarán todos los ensayos de calidad que considere necesarios el Ingeniero Director, siendo los gastos que por este concepto se originen por cuenta del Contratista, quien, además, suministrará a su costa las muestras necesarias y dará todas las facilidades precisas.

El Contratista proporcionará al Director de las Obras y colaboradores a sus órdenes, toda clase de facilidades para practicar los replanteos de las obras, reconocimiento y pruebas de los materiales y de

su preparación, y para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y de todos los trabajos a fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, permitiendo el acceso a todas las zonas de trabajo, incluso a las fábricas, talleres o canteras en que se produzcan materiales o se trabaje para las obras.

3.2. DESVÍO DE SERVICIOS

Antes de comenzar las obras, el contratista, basado en los planos y datos de que disponga, o reconocimientos efectuados, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectadas, considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos y señalando los que, en último extremo, considera necesario modificar. Si el Ingeniero Director se muestra conforme, solicitará a las empresas u Organismos Oficiales correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose mediante factura los trabajos que sea necesario realizar.

3.3. EXCAVACIÓN EN ZANJA

-Descripción

Excavación estrecha y larga que se hace en un terreno para realizar la cimentación o instalar una conducción subterránea. La clave superior de la tubería se situará a 1(UN) metro de profundidad hasta la clave superior de la tubería.

-Componentes

Madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos si fuera necesario.

-Condiciones previas

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección Facultativa haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas. Habrán sido investigadas las servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.
- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.
- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.
- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1,00 m. para el tránsito de peatones y de 2,00 m. para vehículos, medidos desde el borde del corte.
- Se protegerán todos los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado, como son las bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc..

-Ejecución

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.
- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.
- La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.
- La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.
- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado o hormigón.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 4 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.
- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

-Control

- Cada 20,00 m. o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5 %. y variaciones superiores a ± 10 cm., en cuanto a distancias entre ejes
- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección Facultativa, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm., respecto a las superficies teóricas.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.

- Las escuadrías de la madera usada para entibaciones, apuntalamientos y apeos de zanjas, así como las separaciones entre las mismas, serán las que se especifiquen en Proyecto o en su ausencia las que el contratista considere oportunas.

-Normativa

- Normativa tecnológica: NTE-ADZ/1.976 –Acondicionamiento del terreno Desmontes, zanjas y pozos
- PG-3/1.988 – Obras de carreteras y puentes
- NORMAS UNE 56501; 56505; 56507; 56508; 56509; 56510; 56520; 56521;

  56525; 56526; 56527; 56529; 56535; 56537; 56539; 7183 y 37501.

-Seguridad e higiene

- Se acotará una zona, no menor de 1,00 m. para el tránsito de peatones, ni menor de 2,00 m. para el paso de vehículos, medidos desde el borde vertical del corte.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o el de vehículos junto el borde del corte de la zanja, se dispondrá de vallas móviles que estarán iluminadas cada 10,00 m. con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44.
- El acopio de materiales y tierras, en zanjas de profundidad mayor a 1,30 m., se realizará a una distancia no menor de 2,00 m. del borde del corte de la zanja.
- Existirá un operario fuera de la zanja, siempre que la profundidad de ésta sea mayor de 1,30 m. y haya alguien trabajando en su interior, para poder ayudar en el trabajo y pedir auxilio en caso de emergencia.
- En zanjas de profundidad mayor a 1,30 m., y siempre que lo especifique la Dirección Facultativa, será obligatoria la colocación de entibaciones, sobresaliendo un mínimo de 20 cm. del nivel superficial del terreno.
- Cada día, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos, extremando estas precauciones en tiempo de lluvia, heladas o cuando se interrumpe el trabajo más de un día.
- Se tratará de no dar golpes a las entibaciones durante los trabajos de entibación.
- No se utilizarán las entibaciones como escalera, ni se utilizarán los codales como elementos de carga.
- En los trabajos de entibación, se tendrán en cuenta las distancias entre los operarios, según las herramientas que se empleen.
- Llegado el momento de desentibar las tablas se quitarán de una en una, alcanzando como máximo una altura de 1,00 m., hormigonando a continuación el tramo desentibado para evitar el desplome del terreno, comenzando el desentibado siempre por la parte inferior de la zanja.
- Las zanjas que superen la profundidad de 1,30 m., será necesario usar escaleras para entrada y salida de las mismas de forma que ningún operario esté a una distancia superior a 30,00 m. de una de ellas, estando colocadas desde el fondode la excavación hasta 1,00 m. por encima de la rasante, estando correctamente arriostrada en sentido transversal.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo, teniendo el personal equipaje adecuado para su protección.
- Se contará en la obra con una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc., que se reservarán para caso de emergencia, no pudiéndose utilizar para la entibación.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

-Medición y valoración

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m³, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.
- El Contratista podrá presentar a la Dirección Facultativa para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

3.4. RELLENO DE TIERRAS

-Descripcin

Dar al relleno de una excavación el grado de compactación y dureza exigido en Proyecto.

-Condiciones previas

- Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.
- Previamente a la extensión del material se comprobará que éste es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

-Ejecución

- El grado de compactación de cualquiera de las tongadas será como mínimo igual al mayor que posea el terreno y los materiales adyacentes situados en el mismo nivel.
- Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación. En la coronación de los terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal; en los cimientos y núcleo central de los terraplenes no será inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo referido.
- Cuando se utilicen para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.
- Las distintas capas serán compactadas por pasadas, comenzando en las aristas del talud y llegando al centro, nunca en sentido inverso.
- No se realizará nunca la compactación cuando existan heladas o esté lloviendo.

-Control

- La compactación será rechazada cuando no se ajuste a lo especificado en la Documentación Técnica de Proyecto y/o presenta asientos en su superficie.
- En los 50 cm. superiores se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor normal y del 95% en el resto.
- Se comprobará que la compactación de cada tongada cumple las condiciones de densidad.

-Normativa

- NTE-ADZ/1.976 – Desmontes, zanjas y pozos
- NLT-107 de suelos y ensayos

- PG3. Obras de carreteras y puentes

-Seguridad e higiene

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, no siendo las pendientes mayores del 12% si es un tramo recto y del 8% si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y estará auxiliado el conductor por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevencionescuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- No se acumulará el terreno de la excavación, ni otros materiales, junto a bordes de coronación del vaciado, debiendo estar separados de éste una distancia no menor de dos veces la altura del vaciado.
- Se evitará la formación de polvo, siendo necesario regar y utilizar el personal mascarilla o material adecuado.
- Cuando sea totalmente necesario que un vehículo de carga se acerque al borde del vaciado, se colocarán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno en ese punto.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por personas distintas al conductor.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá la señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.
- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.
- Se cumplirán además todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

-Medición y valoración

Se medirá y valorará por m³ real de tierras compactadas.

Consiste en la extensión de materiales terrosos, procedentes de excavación para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona que no permita la utilización del equipo utilizado en la formación de terraplenes.

Se ejecutarán con maquinaria adecuada y, si es preciso, con medios manuales, siguiendo las normas prescritas por el Director de la Obra.

En los rellenos de zanjas para alojamiento de tuberías, una vez colocada ésta, el relleno se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos centímetros (2 cm)

y con un grado de compactación no menor del noventa y cinco por cien (95 %) del Próctor normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos superiores a los veinte centímetros (20 cm) en el primer metro, y con un grado de compactación del cien por cien (100 %) del Proctor normal. Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos en las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

3.5. CARGA Y TRANSPORTE:CARGA

-Descripción

Carga de tierras, escombros o material sobrante sobre camión.

-Condiciones previas

Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos, de acuerdo con el Plan de obra por el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.

Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m. para líneas de voltaje inferior a

57.00 V. y 5,00 m. para las líneas de voltaje superior.

-Ejecución

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, no siendo las pendientes mayores del 12% si es un tramo recto y del 8% si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Antes de salir el camión a la vía pública, se dispondrá de un tramo horizontal de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes del vehículo y, como mínimo, de 6,00 m.

-Seguridad e higiene

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y estará auxiliado el conductor por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá una señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.

- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de energía eléctrica, cuando éstos no estén especialmente acondicionados para ello. Cuando no sea posible acondicionarlos y si no se pudiera desviar el tráfico, se colocarán elevados, fuera del alcance de los vehículos, o enterrados y protegidos por canalizaciones resistentes.
- La maniobra de carga no se realizará por encima de la cabina, sino por los laterales o por la parte posterior del camión.
- Durante la operación de carga, el camión tendrá que tener desconectado el contacto, puesto el freno de mano y una marcha corta metida para que impida el deslizamiento eventual.
- Siempre que se efectúe la carga, el conductor estará fuera de la cabina, excepto cuando el camión tenga la cabina reforzada.
- El camión irá siempre provisto de un extintor de incendios y un botiquín de primeros auxilios.

-Medición y valoración

Se medirán y valorarán m³ de tierras cargadas sobre el camión.

3.6. CARGA Y TRANSPORTE:TRANSPORTE

-Descripción

Traslado de tierras, escombros o material sobrante al vertedero.

-Condiciones previas

- Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos, de acuerdo con el Plan de obra por el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.
- Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m. para líneas de voltaje inferior a 57.000 V. y 5,00 m. para las líneas de voltaje superior.

-Ejecución

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, no siendo las pendientes mayores del 12% si es un tramo recto y del 8% si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Antes de salir el camión a la vía pública, se dispondrá de un tramo horizontal de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes del vehículo y, como mínimo, de 6,00 m.

-Seguridad e higiene

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y estará auxiliado el conductor por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo.

- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá una señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.
- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de energía eléctrica, cuando éstos no estén especialmente acondicionados para ello. Cuando no sea posible acondicionarlos y si no se pudiera desviar el tráfico, se colocarán elevados, fuera del alcance de los vehículos, o enterrados y protegidos por canalizaciones resistentes.
- El camión irá siempre provisto de un extintor de incendios y un botiquín de primeros auxilios.

-Medición y valoración

Se medirán y valorarán los m³ de tierras transportadas sobre el camión, incluyendo el esponjamiento que figure en Proyecto y el canon de vertedero, considerando en el precio la ida y la vuelta.

3.7. MORTEROS DE CEMENTO

Deberán emplearse todos los tipos de mortero que figuran en los cuadros de precios y presupuestos parciales del Proyecto, con las dosificaciones que en dichos documentos se indican, las cuales podrán ser modificadas en forma adecuada por el Director de la Obra si se producen circunstancias que lo aconsejen, sin que el Contratista tenga derecho a reclamar modificación en el precio de la unidad de obra correspondiente.

La mezcla podrá realizarse con medios mecánicos o a mano. El amasado del mortero se hará de modo que resulte una mezcla homogénea, y con la rapidez necesaria para que no tenga lugar un principio de fraguado antes de su empleo.

La cantidad de agua será la necesaria para obtener una consistencia jugosa, pero sin que se forme en la superficie una capa de agua de espesor apreciable cuando se introduzca en una vasija y se sacuda ligeramente. Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, desechándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos que sigan a su amasado. Se rechazarán asimismo los morteros rebatidos.

Los morteros que se confeccionen para enlucidos tendrán una consistencia menos fluida que los restantes, principalmente cuando las superficies que hayan de ser empleados sean verticales o poco rugosas, sin que lleguen a agrietarse al ser aplicados lanzándolos enérgicamente contra las paredes.

3.8. OBRAS DE HORMIGÓN

Los hormigones a emplear en las obras son los definidos por su resistencia característica en los Cuadros de Precios y Presupuestos Parciales del Proyecto. Para la construcción del depósito de aguas se utilizará un hormigón HA-30/F/20/IV. Se entiende por resistencia característica la de rotura a compresión del hormigón fabricado en obra obtenida en la forma y con los métodos de ensayo que determina la EHE, y será rechazado todo hormigón que no posea, en cada caso, la exigida en el Proyecto, aún cuando su fabricación se hubiese realizado con dosificaciones reseñadas en algún documento del mismo, ya que estas sólo tienen carácter meramente orientativo, por lo que el Contratista está obligado a realizar los ensayos previos necesarios para conseguir la dosificación más adecuada, y no podrá reclamar modificaciones en los precios contratados por diferencias en más o menos sobre las dosificaciones supuestas.

Para todos los hormigones que se hayan de emplear en la ejecución de las Obras deberán regir, incluso en lo que se refiere a sus ensayos y admisión o rechazo, todas las prescripciones de la EHE.

No se podrá verter libremente el hormigón desde una altura a un metro con cincuenta centímetros (1,50 cm) ni distribuirlo con pala a gran distancia, ni rastrillarlo. Queda prohibido el empleo de canaletas o trompas para el transporte y puesta en obra del hormigón, sin autorización del Director de la Obra, quien podrá prohibir que se realicen trabajos de hormigonado sin su presencia o la de un facultativo o vigilante a sus órdenes.

No se podrá hormigonar cuando la presencia de agua pueda perjudicar la resistencia y demás características del hormigón, a menos que lo autorice el Director de la Obra previa adopción de las precauciones y medidas adecuadas.

Nunca se colocará hormigón sobre un suelo que se encuentre helado.

3.9. CIMBRAS Y ENCOFRADOS

No se admitirán en los plomos y alineaciones de la estructura errores del 0,2 % y en sus espesores y escuadras, se admitirá solamente una tolerancia del 1,5 % en menos, y de 4% en más.

Los encofrados, con sus ensambles, soportes y cimbras, tendrán la resistencia y rigidez necesaria para cumplir esta condición y estarán dispuestos en forma que pueda desencofrarse sin necesidad de golpes que puedan perjudicar al hormigón, a juicio de la Dirección Técnica Los apoyos se colocarán en forma que no produzcan sobre los

elementos inferiores de estructuras, cargas de trabajo superiores al tercio de su resistencia.

Los moldes se humedecerán y se limpiarán inmediatamente antes del hormigonado, particularmente los fondos de las vigas y pilares, dejándose aberturas preparadas al efecto.

Los enlaces entre los distintos elementos o pafios de los moldes serán sólidos y sencillos de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

Los moldes ya usados que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificados y limpios antes de cada empleo.

3.10. TUBERÍAS

-Descripción

Elementos huecos de polietileno de alta densidad considerados en este proyecto que cumpliendo la normativa 140/2003 de aguas para consumo humano, unidas mediante los elementos auxiliares necesarios, forman una conducción para abastecimiento de agua.

-Consideraciones previas

Es necesario un replanteo y una excavación en zanja para su colocación.

La profundidad de las zanjas vendrá condicionada de forma que las tuberías queden protegidas de las acciones exteriores, tanto de cargas de tráfico como variaciones de temperatura. En el caso que los Planos no indiquen profundidades mayores, se tomará como mínima la que permita que la generatriz superior del tubo quede sesenta (60) centímetros por debajo de la superficie en aceras o zonas peatonales y un (1) metro en calzadas o zonas en las que esté permitido el tráfico rodado.

La anchura de las zanjas será la que permita el correcto montaje de la red. Como norma general, el ancho mínimo será de sesenta (60) centímetros dejando, al menos, un espacio libre de veinte (20) centímetros a cada lado de la tubería.

La separación entre generatrices más próximas de la red de abastecimiento de agua con los distintos servicios será:

SERVICIO	SEPARACIÓN HORIZONTAL	SEPARACIÓN VERTICAL
Alcantarillado	60 cm	50 cm
Red eléctrica alta/media	30 cm	30 cm
Red eléctrica baja	20 cm	20 cm
Telefonía	30 cm	30 cm

-Componentes

- Tubos de polietileno de alta densidad
- Medios de unión de los tubos: bridas, electro soldadas. Se preferirá la unión por electrofusión.

-Ejecución

En tuberías de PE a pesar de ser un material flexible y resistente debe evitarse arrastrar los rollos sobre el suelo áspero. Al mover los rollos para el almacenaje, pueden hacerse rodar sobre si mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo. Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, es conveniente atarlo de nuevo sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segarlo.

Para cortar el tubo, utilice una sierra, un cuchillo o un cortador especial, nunca herramienta que al cortar pueda producir aplastamiento del mismo. Si debido al manejo o almacenaje defectuoso, una tubería resulta dañada o con dobleces, la porción afectada debe ser suprimida completamente

Las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería. Cuando las juntas sean rígidas no se terminarán hasta que no haya un número suficiente de tubos colocados por delante para permitir su correcta colocación en alineación y rasante.

Las juntas para las piezas especiales serán análogas a las del resto de la tubería, salvo en el caso de piezas cuyos elementos contiguos deben ser visitables o desmontables, en cuyo caso se colocarán juntas de fácil desmontaje.

En su ejecución deberán cumplirse todas las instrucciones marcadas en el Artículo 10.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua.

Una vez montados los tubos y las piezas especiales, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección y cuantas otras piezas lo precisen por estar sometidas a presiones que pueden originar desviaciones perjudiciales para la estabilidad de las tuberías.

Estos apoyos o sujeciones se ajustarán a la disposición y dimensiones establecidas en Planos.

Los apoyos, salvo prescripción taxativa contraria, deberán ser colocados de forma tal que las juntas de las tuberías y accesorios sean accesibles para su reparación. Se prohíbe en absoluto el empleo de cuñas de piedra o de madera.

Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes o puedan producir deslizamiento, se efectuarán los anclajes precisos de la tubería mediante hormigón armado.

Instalados los tubos en la zanja se controlará su centrado y alineación.

Se verificará que en el interior de la tubería no existen elementos extraños, adoptándose las medidas necesarias que impidan la introducción de los mismos.

-Normativa

La normativa básica además de otras aplicables que no se recogen aquí pero serán tenidas en cuenta si fuesen necesarias son:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU.
- UNE-EN 805:2000 “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes“
- Ficha de especificaciones técnicas materiales infraestructura hidráulica n-3 (Tubería de polietileno)”
- Plan General de Ordenación Urbana o Normas Subsidiarias Municipales.
- UNE-EN:12201-2:2012

Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE).

- RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano.
- UNE 53394 IN: Materiales plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.
- UNE 53959 IN: Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de pérdida de carga.

-Control

Será necesario un control de las tuberías previo a la puesta en obra: Todos los tramos de la tubería deberán llevar impreso:

- Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.
- Fecha de fabricación (mes y año)
- Tipo de material
- Diámetro nominal ,DN
- Presión nominal, PN

- Espesor nominal
- Referencia a la norma UNE-EN 122201
- Marca de calidad del producto

-Seguridad

Cuando exista la posibilidad de existencia de canalizaciones en servicio en la zona de excavación, se determinará su trazado solicitando a las Compañías propietarias los Planos de situación de los mismos, y si fuera necesario el corte del fluido.

Se adoptarán las medidas necesarias para la apertura y señalización de laszanjas.

Cuando se emplee maquinaria alimentada con energía eléctrica, se tomarán las medidas pertinentes (toma de tierra, doble aislamiento, diferenciales, automáticos, etc.).

-Medición

Las tuberías para agua potable se medirán y valorarán por metro (m) de tubería realmente colocada, sin incluir los trabajos de excavación y posterior relleno de la zanja, a no ser que en los presupuestos se indique lo contrario.

-Mantenimiento

Se comprobará el buen funcionamiento de las tuberías de agua potable vigilando la posible aparición de fugas en la red.

Dependiendo de la dureza y otras características del agua se deberán programar las inspecciones de la red. Será necesario proceder a la limpieza de los conductos en cuanto se compruebe que la capacidad portante de la conducción ha disminuido en un diez (10) por ciento

3.11. PIEZAS ESPECIALES PARA TUBERÍAS

-Descripción

Conjunto de elementos que intercalados entre los conductos forman la red de agua potable de una urbanización. Entre ellos destacan las válvulas, ventosas y desagües.

-Condiciones previas

- Replanteo.
- Colocación de la tubería

-Componentes

- Válvulas.
- Ventosas.
- Desagües.

-Ejecución

Todas la piezas especiales estarán situadas en arquetas registrables, de forma que su accionamiento, revisión o sustitución, en caso de avería, se pueda realizar sin afectar al pavimento u otros servicios. Antes de las ventosas y los desagües se dispondrá una válvula de compuerta de manera que se permita aislar la ventosa o el desagüe si fuera necesario.

-Normativa

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU.
- Ficha de especificaciones técnicas materiales infraestructura hidráulica n-4 (Accesorios " fitting" de latón para tubo de polietileno) y n-17 (Accesorios electrosoldables para tubería de polietileno)"
- Ficha de especificaciones técnicas materiales infraestructura hidráulica n- 16(Accesorios de soldadura a testa para tubería de polietileno), n-17 (Accesorios electrosoldables para tubería de polietileno) y n-18 (Accesorios de fundición dúctil para tubería de polietileno)"
- RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano.
- UNE-EN 19:2002 Válvulas industriales. Marcado de válvulas metálicas
- UNE-EN 558:2008 Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas
- UNE-EN 681-1:1996 Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- UNE-EN 805:2000 Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- UNE-EN 1074-1:2001; 1074-2:2001; 1092-2:1998; 1514-1:1999
- UNE-EN 12201-1:2003; 12201-2:2003; 12201-3:2003 (TUBERÍAS DE POLIETILENO)

-Control

- Ensayos previos:

Se comprobará que las piezas especiales lleguen a obra acompañadas de su correspondiente certificado, donde constará el nombre del fabricante, el número de colada y las características mecánicas.

Se realizará un control visual sobre la totalidad de las llaves, comprobando su acabado y la ausencia de defectos.

- Forma y dimensiones:

Se comprobarán las características geométricas de los distintos elementos que componen los diversos mecanismos.

- Ejecución:

Es preceptivo realizar las pruebas de estanqueidad y presión interior.

-Seguridad

Cuando se emplee maquinaria alimentada con energía eléctrica, se tomarán las medidas pertinentes (toma de tierra, doble aislamiento, diferenciales, automáticos, etc.).

-Medición

Las piezas especiales se medirán y valorarán por unidades (ud) realmente colocadas

-Mantenimiento

Cada año se limpiarán las arquetas revisándose las llaves de paso

3.12. PRUEBAS DE LA TUBERÍA

Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN 805. "Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes", y no la que se venía utilizando hasta ahora del MOPU de 1974

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben, donde sea adecuado, recubrirse con material de relleno, de forma que se eviten cambios en las condiciones del suelo, que pueden provocar fugas. El rellenos sobre las uniones es opcional. Las sujeciones y macizos de anclajes definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de sujeción o de anclaje de hormigón deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las prueba comience. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de acuerdo con la capacidad portante de éste. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje en las extremidades del tramo de prueba no debe ser retirado hasta que la conducción no haya sido despresurizada.

Selección y llenado del tramo de prueba

La conducción debe probarse en su totalidad o, cuando sea necesario, dividida en varios tramos de prueba.

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

-La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo de prueba.

-Se puede aplicar una presión al menos igual a la presión máxima de diseño en el punto más alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente del Director de Obra.

-Se pueda suministrar y evacuar sin dificultada la cantidad de agua necesaria para la prueba.

Todo escombro y cuerpo extraño, debe ser retirado de la conducción antes de la prueba. El tramo de prueba debe llenarse con agua. Para conducciones de agua potable debe utilizarse agua potable en la prueba de presión, salvo especificación contraria por el proyectista.

La conducción debe purgarse completamente del aire contenido tanto como sea razonablemente posible. El llenado debe realizarse lentamente, si es posible a partir del punto más bajo de la conducción; con objeto de evitar los retornos de aguas y se evacue el aire a través de los distintos dispositivos de purga convenientemente dimensionados.

Presión de prueba

Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP) deba calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

Golpe de ariete calculado:

STP = MDPc + 100 kPa

Golpe de ariete no calculado, el menor de los siguientes valores: STP = MDPa x 1,5

STP = MDPa + 500 kPa

El margen fijado para el golpe de ariete incluido en MDPa no debe ser inferior a 200 kPa.

El cálculo del golpe de ariete debe efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por el proyectista y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.

En circunstancias normales, el equipo de prueba debe estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba.

Si no es posible instalar equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de la prueba debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

En casos especiales, particularmente allí donde se instalen tramos cortos de conducción y para acometidas de DN ≤ 80 y tramos que no excedan de 100 m a menos que el proyectista decida lo contrario, será necesario aplicar solo la presión de funcionamiento del tramo considerado como presión de prueba de la red.

- Procedimiento de ensayo Etapa preliminar

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después sucesivamente de abajo hacia arriba.

Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo de prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto, es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal, los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

- movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos
- expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería
- saturación de la tubería, en los casos de materiales absorbentes (hormigón)
- deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles.

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón.

A continuación, se aumenta la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, es necesario, habrá que suministrar, bombeado, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo, no debe de have3r pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. En caso contrario, debería de procederse a la despresurizan de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Etapa principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa principal, la presión hidráulica interior, se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

- 0,02 N/mm2 para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE en su caso.
- 0,04 N/mm2 para tubos de hormigón sin camisa de chapa.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor dado por la expresión siguiente:

El módulo de compresibilidad del agua (Ew) y unos valores razonables para los valores del modulo de elasticidad del material de la tubería (E) son los siguientes:

- Ew = 2,1×103 N/mm2
- E fundición 1,7×105 N/mm2
- acero 2,1×105 N/mm2
- hormigón 2×104 N/mm2 – 4×104 N/mm2
- PVC-U 3600 N/mm2 (corto plazo) – 1750 N/mm2 (largo plazo)
- PE 1000 N/mm2 (corto plazo) – 150 N/mm2 (largo plazo)
- PRFV 1,0×104 N/mm2 – 3,9×104 N/mm2

Cuando durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga el descenso de la presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente una comprobación de que el descenso de la presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

En cualquier caso, si los resultados de la etapa principal no son satisfactorios, o existen dudas sobre la correcta desaireación de la tubería, se pude realizar un ensayo complementario de purga, que aclare tal circunstancia, conforme a la metodología recogida en la norma UNE 805:2000.

3.13. DESINFECCIÓN Y LAVADO

Antes de proceder a la unión de los tubos, se examinarán para cerciorarse y lograr que su interior esté libre de tierra, piedras, objetos, útiles de trabajo, etc.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería, se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo, no obstante a esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería, al reanudar el trabajo, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma, que será retirado.

Una vez terminada la instalación se procederá al llenado total de agua en la tubería. Acabado este, se abrirán todos los desagües hasta vaciar del todo la tubería.

En el punto de alimentación de la tubería, utilizando alguna entrada, (ventosa, desagüe, etc.) se introducirán pastillas de hipoclorito, a razón de catorce (14) decigramos por cada metro cúbico de agua, lo que supone un gramo de cloro por metro cúbico de agua (1 gr. m3).

Se llenará de nuevo la tubería de agua y se mantendrá de nuevo la desinfección un mínimo de veinticuatro (24) horas.

Pasado este tiempo se efectuará el desagüe total y su llenado definitivo para ponerla en servicio.

3.14. DESVÍO DEL TRÁFICO

Los posibles desvíos provisionales de tráfico deberán estar, en todo momento, perfectamente señalizados, siendo obligación del Contratista vigilar el estado de las señales y reponer inmediatamente las que por cualquier motivo se deterioren o pierdan. Asimismo, el Contratista está obligado a la conservación del conjunto de las obras de desvío, tanto en lo referente a estado del firme como al balizamiento del mismo.

3.15. OBRAS QUE DEBEN QUEDAR OCULTAS

Sin autorización del Director de Obra, o subalterno en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de las zanjas abiertas para alojamiento de tuberías, ni, en general, a ocultar cualquier unidad de obra, debiéndose comprobar que las alineaciones y rasantes ejecutadas en cada caso por el Contratista se hallan de acuerdo con las establecidas en los Planos.

Cuando el Contratista hubiese procedido al rellano y ocultación sin la debida autorización, el Director de Obra, podrá ordenarle descubrir lo ejecutado sin derecho a indemnización y en todo caso, el Contratista será responsable de las equivocaciones que se pudiesen haber cometido o se derivasen de su actuación.

3.16. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS NO ESPECIFICADAS

En la ejecución de aquellas fábricas y trabajos que sean necesarios y para los que no existen prescripciones consignadas expresamente en el presente Pliego, se atenderá a la buena práctica de la construcción y a las normas que dé el Director de la Obra, así como a lo ordenado en los Pliegos Generales vigentes que fueran de aplicación.

4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OBRAS

4.1. NORMAS GENERALES

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por su volumen, por su superficie, por metro lineal, por kilogramo o por unidad, de acuerdo a como figuran especificadas en el cuadro de Precios núm. 1. Para las unidades nuevas que puedan surgir, y para las que sea preciso la redacción un precio nuevo, se especificar claramente al acordarse éste, el modo de abono; en otro caso, se admitirá lo establecido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a las formas y medidas que figuran en los planos, o de sus reformas autorizadas, ya sea por efectuar mal la excavación, por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista o por cualquier otro motivo, no le será de abono ese exceso de obra. Si, a juicio del Director de Obra, dicho exceso resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

En el caso de que se trate de un aumento excesivo de la excavación que no pueda subsanarse con la demolición de la obra ejecutada, el Contratista quedará obligado a corregir el defecto de acuerdo con las normas que dicte el Director de Obra, sin derecho a exigir indemnización alguna por los trabajos que ello conlleve.

Siempre que no se diga expresamente otra cosa en los cuadros de Precios o en el presente Pliego, se considerarán incluidos en el importe de los Precios del cuadro de Precios núm. 1 los agotamientos, entibaciones, relleno de exceso de excavación, transporte a vertederos, cualquiera que sea la

distancia, de los productos sobrantes, limpieza de las obras, medios auxiliares y en general, todas las operaciones necesarias para terminar perfectamente la unidad de obra de que se trate.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras y, por consiguiente, la reparación o reconstrucción de aquellas partes que hayan sufrido daños o que se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas en este Pliego. Para estas reparaciones se atenderá estrictamente a las instrucciones que reciba del Director de la Obra. Esta obligación de conservar las obras se extiende igualmente a los acopios que se hayan certificado. Corresponde pues al Contratista el almacenaje y guardería de los acopios y la reposición de aquellos que se hayan perdido, destruido o dañado, cualquiera que sea la causa. Esta obligación expira con el periodo de garantía.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamación fundándose en insuficiencias de precios o en la falta de expresión explícita, en los precios o en el Pliego, de algún material u operación necesarios para la ejecución de una unidad de obra.

En caso de duda en la aplicación de los precios, se seguirá el mismo criterio aplicado en la medición y valoración del presente Proyecto.

4.2. EXCAVACIONES

Se medirán por los metros cúbicos (m3) resultantes de la diferencia entre el perfil natural del terreno, o del modificado por las operaciones de explanación y los correspondientes perfiles fijados en planos.

El precio incluye todos los trabajos necesarios para ejecutar la excavación, elevación y transporte a vertedero de los productos resultantes, agotamientos y entibaciones que fuera menester El precio incluye, así mismo, las operaciones y materiales correspondientes a señalización, medidas de seguridad y cierre temporal de la zona de los trabajos, así como la ejecución de las obras necesarias de desagüe para evitar la entrada de agua o su eliminación.

También incluye el precio el apeo o colgado de las tubería de agua, electricidad y otros servicios, que fuese preciso descubrir y cuya posición no se modifique.

No será de abono el exceso de excavación producido sobre los perfiles señalados en los Planos, ni los rellenos u otros trabajos que, como consecuencia, hubiese que efectuar para restituir la geometría prevista.

4.3. RELLENOS

Se medirán en metros cúbicos (m3) realmente ejecutados. No se tendrán en cuenta los excesos de excavación que no hayan sido calificados como inevitables por el Ingeniero de las Obras.

Se abonarán a los precios que para estas unidades figuran en el Cuadro de Precios número uno del Presupuesto del Proyecto.

4.4. HORMIGONES

Las obras de hormigón en masa o armado se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen.

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m3) realmente colocados en obra, medidos sobre los Planos.

El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación, transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o presenten defectos.

4.5. MORTEROS DE CEMENTO

El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m3) realmente utilizados.

4.6. ACERO

El acero, tanto para armaduras como para otros fines, se abonarán por su peso en kilogramos deducido de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los precios unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos Planos.

El abono de las mermas y despuntes se considera incluido en el kilogramo de armadura.

4.7. TUBERÍAS, JUNTAS Y ACCESORIOS

Todas las tuberías se abonarán por metro lineal (ml.) medidos según el eje, sin descontar los espacios ocupados por llaves y demás accesorios.

El precio comprende la adquisición y suministro de todos los materiales y elementos, su transporte a obra, manipulación y empleo de los mismos, maquinaria, mano de obra, juntas de cualquier clase, realización de pruebas, lavado y desinfección y, en general, cuantos materiales y operaciones sean precisas para la correcta ejecución y puesta en servicio de la tubería de acuerdo con las prescripciones de este Pliego y demás documentos del Proyecto.

Las piezas especiales, se medirán conjuntamente con la tubería y válvulas de la red de distribución, abonándose a precios que figuran en el Cuadro de Precios.

El precio incluye la adquisición y suministro de las piezas especiales, incluido material accesorio para montaje juntas, su transporte a obra, manipulación, maquinaria, mano de obra, pruebas y en general, cuantos materiales y operaciones sean necesarios para una correcta instalación de la pieza.

Los accesorios como válvulas, ventosas y desagües, se medirán por unidades (Uds.) realmente instaladas en la red, abonándose el correspondiente precio para cada diámetro utilizado, figura en el Cuadro de Precios.

Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, probadas y puestas en servicio, incluidas las conexiones y acometidas a las redes generales de agua o saneamiento de acuerdo con los detalles figurados en Plano.

4.8. ARQUETAS

Se medirán por unidades (Uds.) realmente ejecutadas y se abonarán al precio que, para cada tipo específico de arqueta, figura en el Cuadro de Precios.

Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas de acuerdo con las medidas, calidades, acabados y demás especificaciones detalladas en Planos, incluidas las tapas metálicas de cierre, excavación, relleno, etc.

4.9. REPOSICIONES

Se medirán y abonarán por la dimensión especificada en los Cuadros de Precios, metro lineal (ml.), metro cuadrado (m2.), metro cúbico (m3.) de la unidad realmente ejecutada y referida únicamente a aquellas que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, sean consecuencia obligada de la ejecución del Proyecto contratado.

4.10. MEDIOS AUXILIARES

Los precios detallados en el Cuadro de Precios aunque no se haga figurar de una manera explícita, Comprenden la totalidad de los medios auxiliares que emplee o deba emplear el Contratista para la correcta ejecución de los trabajos, incluso los consumos y gastos de acometida de energía eléctrica, agua etc., y por consiguiente no se abonará cantidad adicional alguna por dichos conceptos.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad de las personas, aunque sean ajenas a la obra, son de la única y exclusiva responsabilidad del Contratista

4.11. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS Y PERJUICIOS

El Contratista deberá adoptar, en cada momento, todas las medidas que se estimen necesarias para la debida seguridad de las obras.

En consecuencia, cuando por motivos de la ejecución de los trabajos, o durante el plazo de garantía y a pesar de las precauciones adoptadas en la Construcción, se originasen averías o perjuicios en instalaciones o edificios públicos o privados, servicios, monumentos, jardines, bienes, etc., el Contratista abonará el importe de reparaciones de los mismos.

4.12. MODO DE ABONO DE LAS OBRAS

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato, sin embargo, admisible a juicio del Director de la Obra podrá ser recibida, provisional o definitivamente en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación alguna, con la rebaja que el Director de Obra acuerde, salvo el caso en que el Contratista prefiere demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.

Las obras concluidas con sujeción a las condiciones del contrato, sea abonarán con arreglo a los precios del Cuadro único del Presupuesto.

Cuando por consecuencia de rescisión, o por otra causa, fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro de Precios único, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho Cuadro.

En ningún caso tendrá el Contratista derecho a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de los Precios de los Cuadros o en omisión del coste de cualquiera de los elementos que constituye los referidos precios.

4.13. BALIZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN,DESVÍOS DE TRÁFICOY DAÑOS INEVITABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Comprenden estos trabajos la adquisición, colocación, vigilancia y conservación de señales durante la ejecución de las obras, su guardería, construcción y conservación de desvíos, semáforos y jornales de personal necesario para la seguridad y regularidad del tráfico, y serán abonados por el Contratista sin derecho a indemnización alguna.

4.14. PRUEBAS Y ENSAYOS

El Director de la Obra podrá someter, tanto a los materiales empleados como a las unidades de obra ejecutadas, a todas las pruebas y ensayos que juzgue necesarios para asegurar su calidad y adecuación a lo prescrito en este Pliego, siendo todos los gastos que ello ocasione por cuenta del Contratista.

5. DISPOSICIONES GENERALES FINALES

5.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y ORDEN DE LAS MISMAS

No podrá el Contratista por sí mismo, ejecutar obra que no sea con absoluta sujeción al Proyecto, por lo tanto, no serán de abono las obras que se ejecuten de no estar en el Proyecto, no habiendo sido ordenadas, por escrito, por el Técnico Encargado de las obras, en este caso se le abonarán con arreglo a los precios de contrata.

Las obras se ejecutarán de acuerdo con el Plan de Trabajo que presente el Contratista, pudiendo la Administración aprobarlo o modificarlo en la medida que estime conveniente, estableciendo el orden que deba seguirse.

5.2. SEGURIDAD Y SALUD

Se atenderá a lo especificado en el Estudio de Seguridad y Salud del presente Proyecto

5.3. AUTORIZACIONES

El Contratista está obligado a la redacción de los proyectos necesarios y a la tramitación del expediente de la solicitud de suministros de energía eléctrica para la explotación de la Obra

5.4. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de UN(1) año, contado a partir de la recepción, serán de cuenta del Contratista las obras de conservación y reparación en cuantas abarca la contrata.

5.5. RECEPCIONES

Una vez terminadas las obras y aceptadas por el Director de ellas, se procederá a la recepción, que se materializará en acta redactada de acuerdo con las normas establecidas para ello

5.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se fija para la ejecución de las obras que se describen en este Proyecto un plazo máximo de SEIS(6) meses, contado a partir de la fecha del Acta de replanteo

PRESUPUESTO

Contenido

1. Mediciones y presupuesto 2

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1.- Movimiento de tierras

ZANJAS

Volumen de excavación= Área zanja x Longitud = 1,25 m2 x 17927.275 m = 22409.094 m3
Excavación en terreno de tránsito = 0,9 x 22409.094 m3= 20168.185 m3
Excavación en roca=0,08 x 22409.094 = 1792.728 m3
Excavación manual = 0,02 x 22409.094 = 448.182 m3(en el presupuesto se incluirá dentro de excavación en terreno de tránsito).

MATERIALES DE RELLENO NECESARIOS PARA LA ZANJA

Volumen de arena = 0,29 m2 x 17927.275 m = 5198.910 m3
Volumen de material adecuado procedente de excavación o material de préstamo para relleno de zanjas= 0,5133 m2 x 17927.275 = 9202.070 m3
Volumen de Macadam para reposición de firme= 0,21 m2 x 17927.275 m = 3764.728 m3
Volumen de hormigón HM-20 para reposición de firme en zona urbana = 0,252 m2 x 16666.227 = 4199.889 m3
Volumen de zahorra artificial para reposición de firme en pista forestal y tramo depósito-nudo = 0,252 m2 x 1260.998 m = 317,771 m3
Volumen de aglomerado asfáltico para reposición de firme en zona urbana =0,07 m2 x 16666.227m = 1166.636 m3

2.- Conducciones hidráulicas y accesorios

CONDUCCIÓN CAPTACIÓN-DEPÓSITO

3023.896 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 100/ PN 25 y 140 mm de diámetro exterior, con grosor de las paredes de 19.2 mm.

RED DE DISTRIBUCIÓN

857.471 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 160 mm de diámetro exterior

165.896 ml de Tubería de Polietileno de Alta densidad PE 80 PN 25 y 140 mm de diámetro exterior

451.221 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 125 mm de diámetro exterior.

1363.152 ml de Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 110 mm de diámetro exterior

3356.559 ml de Tubería de Polietileno de Alta densidad PE 80 PN 25 y 90 mm de diámetro exterior

3422.276 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 75 mm de diámetro exterior.

5216.654 Tubería de Polietileno de Alta Densidad PE 80/ PN 25 y 63 mm de diámetro exterior.

50 ud de Válvula de compuerta de asiento elástico adaptada a cada diámetro.
13 ud de reductora de presión.
1 ud de limitadora de caudal
18 ud de Ventosa.
7 ud de desagüe
6 ud de boca de riego-hidrante
37 Ud. de arqueta de 51 x 51 x 80

3.Seguridad y Salud

25 ml de valla metálica para protección de las obras de excavación
5 ud de cono de señalización reflectante
10 ud de tapa provisional para arqueta
1 ud de camilla para evacuaciones
1 ud de botiquín
1 ud de extintor
8 ud de reconocimiento médico obligatorio
2 ud de señal de stop y soporte
4 ud de cartel indicativo de riesgos y protección
1 ud de cartel de protecciones básicas para obra
8 ud de pares de botas de agua
8 ud de pares de botas con punteras metálicas homologadas
8 ud de mono de trabajo
8 ud de pares de guantes
8 ud de impermeable
8 ud de cinturón de seguridad
8 ud de casco de seguridad
8 ud de gafas de protección contra impactos
8 ud de chaleco reflectante
6 meses de alquiler de caseta de vestuarios y comedor
1 ud de acometida de agua, luz y saneamiento
1 ud de mesa comedor y asientos
6 reuniones del comité de seguridad y salud
24 horas de formación en seguridad y salud

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	**Movimiento de tierras**			
01.01	**Despeje y desbroce del terreno**			
01.01.01	m2 m2 Despeje y desbroce del terreno	750.00	0.61	457.50
	M2. Despeje y desbroce del terreno, por medios mecánicos, con un espesor medio de 20 cm, incluso carga de productos y transporte a vertedero.			
	TOTAL 01.01			**457.50**
01.02	**Demoliciones**			
01.02.01	m2 m2 Demolición del firme	15,295.26	5.36	81,982.59
	M3. Levantado por medios mecánicos de firme con base granular, medido sobre perfil, i/retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.			
	TOTAL 01.02			**81,982.59**
01.03	**Excavación en terrenos de transito**			
01.03.01	m3 m3 Excavación en zanja en terreno de tránsito	20,616.37	12.71	262,034.06
	M3. Excavación en zanja en terreno de tránsito, conn extracción de tierras a los bordes, sin incluir carga ni transporte a vertedero.			
	TOTAL 01.03			**262,034.06**
01.04	**Exacavación en roca**			
01.04.01	m3 m3 Excavación en zanja en roca	1,792.73	27.39	49,102.87
	M3. Excavación a cielo abierto en apertura de zanjas, en terreno rocoso con martillo rompedor,extracción de roca a los bordes, i/ p.p. de medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. (Sin incluir carga y transporte)			
	TOTAL 01.04			**49,102.87**
	TOTAL 01			**393,577.02**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	**Conducciones Hidraúlicas y Accesorios**			
02.01	**Colocación de tuberias de polietileno de alta densidad**			
02.01.01	m m Tubería PE-100 PN 125 DN 140 Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada.	3,023.90	28.21	85,304.22
02.01.02	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 160 Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=160 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	857.47	25.21	21,616.82
02.01.03	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 140 Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	165.99	23.20	3,850.97
02.01.04	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 125 Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=125 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	451.22	21.50	9,701.23
02.01.05	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 110 Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=110 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	1,363.15	19.76	26,935.84

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.01.06	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 90	3,356.56	17.34	58,202.75
	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=90 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada			
02.01.07	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 75	3,422.28	15.34	52,497.78
	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=75 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada			
02.01.08	m m Tubería PE-80 PN 125 DN 63	5,216.65	13.89	72,459.27
	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=63 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada			
	TOTAL 02.01			**330,568.72**
02.02	**Valvulas,ventosas y desagües**			
02.02.01	u u Válvulas de compuerta para cualquier diámetro	50.00	173.47	8,673.50
	UD. Llave compuerta, sin platinas, adaptada a cada diámetro. y cualquier PN., i/p.p. de unión Gibault, colocada.			
02.02.02	u u Ventosa	18.00	591.99	10,655.82
	Ud. Ventosa automática de triple efecto de DN 50 en la red de distribución de agua potable, incluso válvula de corte, montaje e instalación.			
02.02.03	u u Desagües	7.00	172.64	1,208.48
	Ud. Desagüe en la red de distribución de agua potable a la red de saneamiento, incluso válvula de corte, con tubería de polietileno de 1/2" de diámetro.			
02.02.04	u Válvulas reductoras de presión	13.00	173.47	2,255.11
	Valvula reductora de presión según la consigna asiganda			
02.02.05	u Válvula reductora de caudal	1.00	173.47	173.47
	Válvula limitadora de cuadal según la consiga asiganda			
	TOTAL 02.02			**22,966.38**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.03	**Bocas de riego-Hidrantes**			
02.03.01	u u Boca de riego- Hidrante UD. Boca de riego e hidrante para incendios tipo "Belgicast" , con arqueta y tapa de bronce resistente al paso de vehículos pesados, incluso conexión a la red de distribución.	6.00	613.75	3,682.50
	TOTAL 02.03			**3,682.50**
02.04	**Arquetas**			
02.04.01	u u Arqueta Ud. Arqueta de registro de 51x51x80cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2. y tapa de hormigón armado, excavación y relleno posterior del trasdó	37.00	153.02	5,661.74
	TOTAL 02.04			**5,661.74**
02.05	**Acometida domiciliaria**			
02.05.01	u u Acometidas Ud. Acometida domiciliaria a la red general de distribución con una longitud media de ocho metros, formada por tubería de polietileno de 32mm y 10Atm., brida de conexión, machón rosca, manguitos, T para dos derivaciones de 25mm., llaves de esfera y tapón, i/p.p. de excavación y relleno posterior necesario.	70.00	182.45	12,771.50
	TOTAL 02.05			**12,771.50**
02.06	**Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250**			
02.06.01	Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250	2.00	3,756.72	7,513.44
	TOTAL 02.06			**7,513.44**
02.07	**Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250**			
02.07.01	Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250	2.00	3,976.89	7,953.78
	TOTAL 02.07			**7,953.78**
	TOTAL 02			**391,118.06**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	**Reposición de Firmes**			
03.01	**Reposición en pista forestal**			
03.01.01	m3 m3Base de macadam	124.15	17.55	2,178.83
	M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.			
03.01.02	m3 m3Sub-base de zahorra artificial	317.77	15.58	4,950.86
	M3. Zahorra artificial, incluso extensión y compactación en formación de bases			
	TOTAL 03.01			**7,129.69**
03.02	**Reposición en zona urbana**			
03.02.01	m3 m3Base de Macadam	3,640.58	18.37	66,877.45
	M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.			
03.02.02	m3 m3Tratamiento bituminoso	1,166.64	3.98	4,643.23
	M2. Pavimento M.B.C. tipo D-12 con espesor de 6cm.			
03.02.03	m3 m3 Hormigón para firme en zona urbana	4,199.89	15.76	66,190.27
	M2. Reposición de 20 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2. , tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calzadas.			
	TOTAL 03.02			**137,710.95**
	TOTAL 03			**144,840.64**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04	**Deposito de Agua**			
04.01	**Partida alzada depos**			
04.01.01	u Partida alzada depósito	1.00	72,930.00	72,930.00

Partida alzada destinada a cubrir el gasto de construcción del depósito de aguas. Incluye excavación, construcción, fontanería, acabados, equipos de filtración y bomba dosificadora. Se ha tomado un precio mayorado y aproximado basándose en un documento Excel elaborado por Esteve Riba Genescá en su tesis del año 2005 de la UPC sobre depósitos de agua. En ella indica el precio de 110 euros el metro cúbico para un depósito con cubierta de 500 metros cúbicos. Se ha multiplicado 110 x 260 (de mi depósito) x 1,5---> añadiendo este 1,5 por seguridad

TOTAL 04.01	**72,930.00**
TOTAL 04	**72,930.00**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05	**Gestión de Residuos**			
05.01	**Gestión de residuos de construcción**			
05.01.01	u u Partida alzada para transporte y descarga en vertedero	1.00	6,000.00	6,000.00
	Partida alzada de 6000 euros destinada a cubrir los posibles gastos de gestión de residuos generados en la obra. No son previsibles grandes cantidades de residuos ni elevadas cantidades de material que sea necesario retirar			
	TOTAL 05.01			**6,000.00**
	TOTAL 05			**6,000.00**

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06	**Seguridad y Salud**			
06.01	**Protecciones colectivas y señales**			
06.01.01	u Señal de stop con soporte	6.00	38.65	231.90
	Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)			
06.01.02	u Cartel indicativo riesgo con soporte	6.00	16.80	100.80
	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.			
06.01.03	u Valla de obra	2.00	4.53	9.06
	Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)			
06.01.04	u Valla de contención peatones	20.00	3.23	64.60
	Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos)			
06.01.05	m Cinta de balizamiento	20.00	1.24	24.80
	Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado			
06.01.06	m2 Tapa provisional para huecos	10.00	21.83	218.30
	M2. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).			
06.01.07	m Enrejado metálico	10.00	9.55	95.50
	Ml. Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte			
	TOTAL 06.01			**744.96**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.02	**Protecciones individuales**			
06.02.01	u Par botas de agua	8.00	11.42	91.36
	Ud. Par de botas de agua, homologadas			
06.02.02	u Par botas de seguridad	8.00	21.04	168.32
	Ud. Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.			
06.02.03	u Par guantes uso general	8.00	1.65	13.20
	Ud. Par de guantes de uso general.			
06.02.04	u Mono de trabajo	8.00	12.84	102.72
	Ud. Mono de trabajo, homologado			
06.02.05	u Impermeable	8.00	7.75	62.00
	Ud. Impermeable de trabajo, homologado			
06.02.06	u Cinturón de seguridad clase A	8.00	50.96	407.68
	Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado			
06.02.07	u Casco de seguridad	8.00	2.25	18.00
	Ud. Casco de seguridad homologado.			
06.02.08	u Gafas contra impactos	8.00	10.82	86.56
	Ud. Gafas contra impactos, homologadas			
06.02.09	u Chaleco reflectante	8.00	2.80	22.40
	Chaleco reflectante, fabricado con bandas de tejido gris reflectante 3M, según norma UNE-EN 471. Amortizable en 1 uso.			
	TOTAL 06.02.....			**972.24**
06.03	**Instalaciones**			
06.03.01	mes Alquiler caseta de vestuarios	6.00	117.00	702.00
	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero me-laminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.03.02	mes Alquiler de caseta prefabricada de aseos	6.00	178.75	1,072.50
	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de poli butileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.			
	TOTAL 06.03			**1,774.50**
06.04	**Formación**			
06.04.01	d Comité de seguridad e higiene	6.00	51.22	307.32
	H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes			
06.04.02	u Reconocimiento médico obligatorio	8.00	42.07	336.56
	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.			
06.04.03	d Formación seguridad e higiene	24.00	11.36	272.64
	H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.			
	TOTAL 06.04			**916.52**
	TOTAL 06			**4,408.22**
	TOTAL			**1,012,873.94**

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01		**Movimiento de tierras**	
01.01		**Despeje y desbroce del terreno**	
01.01.01	**m2**	**m2 Despeje y desbroce del terreno**	**0.61**
		M2. Despeje y desbroce del terreno, por medios mecánicos, con un espesor medio de 20 cm, incluso carga de productos y transporte a vertedero.	
		CERO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	
01.02		**Demoliciones**	
01.02.01	**m2**	**m2 Demolición del firme**	**5.36**
		M3. Levantado por medios mecánicos de firme con base granular, medido sobre perfil, i/retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.	
		CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
01.03		**Excavación en terrenos de transito**	
01.03.01	**m3**	**m3 Excavación en zanja en terreno de tránsito**	**12.71**
		M3. Excavación en zanja en terreno de tránsito, conn extracción de tierras a los bordes, sin incluir carga ni transporte a vertedero.	
		DOCE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
01.04		**Exacavación en roca**	
01.04.01	**m3**	**m3 Excavación en zanja en roca**	**27.39**
		M3. Excavación a cielo abierto en apertura de zanjas, en terreno rocoso con martillo rompedor,extracción de roca a los bordes, i/ p.p. de medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. (Sin incluir carga y transporte)	
		VEINTISIETE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
02		**Conducciones Hidraúlicas y Accesorios**	
02.01		**Colocación de tuberias de polietileno de alta densidad**	
02.01.01	**m**	**m Tubería PE-100 PN 125 DN 140**	**28.21**
		Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada.	
		VEINTIOCHO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS	
02.01.02	**m**	**m Tubería PE-80 PN 125 DN 160**	**25.21**
		Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=160 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
		VEINTICINCO EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS	
02.01.03	**m**	**m Tubería PE-80 PN 125 DN 140**	**23.20**
		Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
		VEINTITRÉS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
02.01.04	**m**	**m Tubería PE-80 PN 125 DN 125**	**21.50**
		Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=125 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
		VEINTIÚN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
02.01.05	**m**	**m Tubería PE-80 PN 125 DN 110**	**19.76**
		Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=110 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

DIECINUEVE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

02.01.06 **m** **m Tubería PE-80 PN 125 DN 90** **17.34**

Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=90 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada

DIECISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

02.01.07 **m** **m Tubería PE-80 PN 125 DN 75** **15.34**

Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=75 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada

QUINCE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

02.01.08 **m** **m Tubería PE-80 PN 125 DN 63** **13.89**

Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=63 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada

TRECE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

02.02 Valvulas,ventosas y desagües

02.02.01 **u** **u Válvulas de compuerta para cualquier diámetro** **173.47**

UD. Llave compuerta, sin platinas, adaptada a cada diámetro. y cualquier PN., i/p.p. de unión Gibault, colocada.

CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

02.02.02 **u** **u Ventosa** **591.99**

Ud. Ventosa automática de triple efecto de DN 50 en la red de distribución de agua potable, incluso válvula de corte, montaje e instalación.

QUINIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

02.02.03 **u** **u Desagües** **172.64**

Ud. Desagüe en la red de distribución de agua potable a la red de saneamiento, incluso válvula de corte, con tubería de polietileno de 1/2" de diámetro.

CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
02.02.04		u Válvulas reductoras de presión	173.47
		Valvula reductora de presión según la consigna asiganda	
		CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.02.05		u Válvula reductora de caudal	173.47
		Válvula limitadora de cuadal según la consiga asiganda	
		CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.03		**Bocas de riego-Hidrantes**	
02.03.01	u	u Boca de riego- Hidrante	613.75
		UD. Boca de riego e hidrante para incendios tipo "Belgicast" , con arqueta y tapa de bronce resistente al paso de vehículos pesados, incluso conexión a la red de distribución.	
		SEISCIENTOS TRECE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.04		**Arquetas**	
02.04.01	u	u Arqueta	153.02
		Ud. Arqueta de registro de 51x51x80cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2. y tapa de hormigón armado, excavación y relleno posterior del trasdó	
		CIENTO CINCUENTA Y TRES EUROS con DOS CÉNTIMOS	
02.05		**Acometida domiciliaria**	
02.05.01	u	u Acometidas	182.45
		Ud. Acometida domiciliaria a la red general de distribución con una longitud media de ocho metros, formada por tubería de polietileno de 32mm y 10Atm., brida de conexión, machón rosca, manguitos, T para dos derivaciones de 25mm., llaves de esfera y tapón, i/p.p. de excavación y relleno posterior necesario.	
		CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.06		**Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250**	
02.06.01		Bomba KSB Modelo Etabloc – Etanorm 080-065-250	3,756.72
		TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
02.07		**Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250**	
02.07.01		**Bomba Centrifuga ISO 2858 Modelo 40-250**	**3,976.89**

TRES MIL NOVECIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03		**Reposición de Firmes**	
03.01		**Reposición en pista forestal**	
03.01.01	**m3**	**m3Base de macadam**	**17.55**
		M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.	
		DIECISIETE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
03.01.02	**m3**	**m3Sub-base de zahorra artificial**	**15.58**
		M3. Zahorra artificial, incluso extensión y compactación en formación de bases	
		QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
03.02		**Reposición en zona urbana**	
03.02.01	**m3**	**m3Base de Macadam**	**18.37**
		M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.	
		DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
03.02.02	**m3**	**m3Tratamiento bituminoso**	**3.98**
		M2. Pavimento M.B.C. tipo D-12 con espesor de 6cm.	
		TRES EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
03.02.03	**m3**	**m3 Hormigón para firme en zona urbana**	**15.76**
		M2. Reposición de 20 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2. , tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calzadas.	
		QUINCE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
04		**Deposito de Agua**	
04.01		**Partida alzada depos**	
04.01.01	**u**	**Partida alzada depósito**	**72,930.00**

Partida alzada destinada a cubrir el gasto de construcción del depósito de aguas. Incluye excavación, construcción, fontanería, acabados, equipos de filtración y bomba dosificadora. Se ha tomado un precio mayorado y aproximado basándose en un documento Excel elaborado por Esteve Riba Genescá en su tesis del año 2005 de la UPC sobre depósitos de agua. En ella indica el precio de 110 euros el metro cúbico para un depósito con cubierta de 500 metros cúbicos. Se ha multiplicado 110 x 260 (de mi depósito) x 1,5---> añadiendo este 1,5 por seguridad

SETENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS TREINTA EUROS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05		**Gestión de Residuos**	
05.01		**Gestión de residuos de construcción**	
05.01.01	**u**	**u Partida alzada para transporte y descarga en vertedero**	**6,000.00**
		Partida alzada de 6000 euros destinada a cubrir los posibles gastos de gestión de residuos generados en la obra. No son previsibles grandes cantidades de residuos ni elevadas cantidades de material que sea necesario retirar	
		SEIS MIL EUROS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
06		**Seguridad y Salud**	
06.01		**Protecciones colectivas y señales**	
06.01.01	**u**	**Señal de stop con soporte**	**38.65**
		Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	
		TREINTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.01.02	**u**	**Cartel indicativo riesgo con soporte**	**16.80**
		Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	
		DIECISÉIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
06.01.03	**u**	**Valla de obra**	**4.53**
		Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)	
		CUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.01.04	**u**	**Valla de contención peatones**	**3.23**
		Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos)	
		TRES EUROS con VEINTITRÉS CÉNTIMOS	
06.01.05	**m**	**Cinta de balizamiento**	**1.24**
		Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado	
		UN EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
06.01.06	**m2**	**Tapa provisional para huecos**	**21.83**
		M2. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).	
		VEINTIÚN EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.01.07	**m**	**Enrejado metálico**	**9.55**
		Ml. Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte	
		NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
06.02		**Protecciones individuales**	
06.02.01	**u**	**Par botas de agua**	**11.42**
		Ud. Par de botas de agua, homologadas	
		ONCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	
06.02.02	**u**	**Par botas de seguridad**	**21.04**
		Ud. Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.	
		VEINTIÚN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
06.02.03	**u**	**Par guantes uso general**	**1.65**
		Ud. Par de guantes de uso general.	
		UN EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.02.04	**u**	**Mono de trabajo**	**12.84**
		Ud. Mono de trabajo, homologado	
		DOCE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
06.02.05	**u**	**Impermeable**	**7.75**
		Ud. Impermeable de trabajo, homologado	
		SIETE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.02.06	**u**	**Cinturón de seguridad clase A**	**50.96**
		Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado	
		CINCUENTA EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
06.02.07	**u**	**Casco de seguridad**	**2.25**
		Ud. Casco de seguridad homologado.	
		DOS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
06.02.08	**u**	**Gafas contra impactos**	**10.82**
		Ud. Gafas contra impactos, homologadas	
		DIEZ EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	
06.02.09	**u**	**Chaleco reflectante**	**2.80**
		Chaleco reflectante, fabricado con bandas de tejido gris reflectante 3M, según norma UNE-EN 471. Amortizable en 1 uso.	
		DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
06.03		**Instalaciones**	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
06.03.01	mes	Alquiler caseta de vestuarios	117.00

Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero me-laminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V

CIENTO DIECISIETE EUROS

06.03.02	mes	Alquiler de caseta prefabricada de aseos	178.75

Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio
acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de poli butileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.

CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

06.04 Formación

06.04.01	d	Comité de seguridad e higiene	51.22

H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes

CINCUENTA Y UN EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS

06.04.02	u	Reconocimiento médico obligatorio	42.07

Ud. Reconocimiento médico obligatorio.

CUARENTA Y DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS

06.04.03	d	Formación seguridad e higiene	11.36

H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una
hora a la semana y realizada por un encargado.

ONCE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 2

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
0001	01.01.01	m2	M2. Despeje y desbroce del terreno, por medios mecánicos, con un espesor medio de 20 cm, incluso carga de productos y transporte a vertedero.	
			Mano de obra	0.06
			Maquinaria	0.45
			Resto de obra y materiales	0.10
			TOTAL PARTIDA	**0.61**
0002	01.02.01	m2	M3. Levantado por medios mecánicos de firme con base granular, medido sobre perfil, i/retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.	
			Mano de obra	4.44
			Maquinaria	0.61
			Resto de obra y materiales	0.31
			TOTAL PARTIDA	**5.36**
0003	01.03.01	m3	M3. Excavación en zanja en terreno de tránsito, conn extracción de tierras a los bordes, sin incluir carga ni transporte a vertedero.	
			Mano de obra	3.33
			Maquinaria	9.38
			TOTAL PARTIDA	**12.71**
0004	01.04.01	m3	M3. Excavación a cielo abierto en apertura de zanjas, en terreno rocoso con martillo rompedor,extracción de roca a los bordes, i/ p.p. de medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. (Sin incluir carga y transporte)	
			Mano de obra	4.44
			Maquinaria	21.40
			Resto de obra y materiales	1.55
			TOTAL PARTIDA	**27.39**
0005	02.01.01	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada.	
			Mano de obra	9.38
			Resto de obra y materiales	18.83
			TOTAL PARTIDA	**28.21**

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
0006	02.01.02	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=160 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra.....	9.38
			Resto de obra y materiales	15.83
			TOTAL PARTIDA.....	**25.21**
0007	02.01.03	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=140 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra.....	9.38
			Resto de obra y materiales	13.82
			TOTAL PARTIDA.....	**23.20**
0008	02.01.04	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=125 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra.....	9.38
			Resto de obra y materiales	12.12
			TOTAL PARTIDA.....	**21.50**
0009	02.01.05	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=110 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra.....	9.38
			Resto de obra y materiales	10.38
			TOTAL PARTIDA.....	**19.76**

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
0010	02.01.06	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=90 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra	4.92
			Resto de obra y materiales	12.42
			TOTAL PARTIDA	**17.34**
0011	02.01.07	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=75 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra	3.69
			Resto de obra y materiales	11.65
			TOTAL PARTIDA	**15.34**
0012	02.01.08	m	Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=63 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 25 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada	
			Mano de obra	3.69
			Resto de obra y materiales	10.20
			TOTAL PARTIDA	**13.89**
0013	02.02.01	u	UD. Llave compuerta, sin platinas, adaptada a cada diámetro. y cualquier PN., i/p.p. de unión Gibault, colocada.	
			Mano de obra	22.61
			Resto de obra y materiales	150.86
			TOTAL PARTIDA	**173.47**
0014	02.02.02	u	Ud. Ventosa automática de triple efecto de DN 50 en la red de distribución de agua potable, incluso válvula de corte, montaje e instalación.	
			Mano de obra	87.48

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
			Resto de obra y materiales	504.51
			TOTAL PARTIDA.....	**591.99**
0015	02.02.03	u	Ud. Desagüe en la red de distribución de agua potable a la red de saneamiento, incluso válvula de corte, con tubería de polietileno de 1/2" de diámetro.	
			Mano de obra.....	87.48
			Resto de obra y materiales	85.16
			TOTAL PARTIDA.....	**172.64**
0016	02.02.04		Valvula reductora de presión según la consigna asiganda	
			Mano de obra.....	22.61
			Resto de obra y materiales	150.86
			TOTAL PARTIDA.....	**173.47**
0017	02.02.05		Válvula limitadora de cuadal según la consiga asiganda	
			Mano de obra.....	22.61
			Resto de obra y materiales	150.86
			TOTAL PARTIDA.....	**173.47**
0018	02.03.01	u	UD. Boca de riego e hidrante para incendios tipo "Belgicast" , con arqueta y tapa de bronce resistente al paso de vehículos pesados, incluso conexión a la red de distribución.	
			Mano de obra.....	87.48
			Resto de obra y materiales	526.27
			TOTAL PARTIDA.....	**613.75**
0019	02.04.01	u	Ud. Arqueta de registro de 51x51x80cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento 1/6, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2. y tapa de hormigón armado, excavación y relleno posterior del trasdó	
			Mano de obra.....	128.28
			Maquinaria	0.15
			Resto de obra y materiales	24.59
			TOTAL PARTIDA.....	**153.02**
0020	02.05.01	u	Ud. Acometida domiciliaria a la red general de distribución con una longitud media de ocho metros, formada por tubería de polietileno de 32mm y 10Atm., brida de conexión, machón rosca, manguitos, T para dos derivaciones de 25mm., llaves de esfera y tapón, i/p.p. de excavación y relleno posterior necesario.	
			Sin descomposición	
			Resto de obra y materiales	182.45

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA	**182.45**
0021	02.06.01			
			Sin descomposición	
			Resto de obra y materiales	3,756.72
			TOTAL PARTIDA	**3,756.72**
0022	02.07.01			
			Sin descomposición	
			Resto de obra y materiales	3,976.89
			TOTAL PARTIDA	**3,976.89**
0023	03.01.01	m3	M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.	
			Mano de obra	0.52
			Maquinaria	1.58
			Resto de obra y materiales	15.45
			TOTAL PARTIDA	**17.55**
0024	03.01.02	m3	M3. Zahorra artificial, incluso extensión y compactación en formación de bases	
			Mano de obra	0.63
			Maquinaria	2.09
			Resto de obra y materiales	12.86
			TOTAL PARTIDA	**15.58**
0025	03.02.01	m3	M3. Macadam, incluso extensión y compactación en formación de bases.	
			Mano de obra	0.52
			Maquinaria	2.36
			Resto de obra y materiales	15.49
			TOTAL PARTIDA	**18.37**
0026	03.02.02	m3	M2. Pavimento M.B.C. tipo D-12 con espesor de 6cm.	
			Mano de obra	0.33
			Maquinaria	0.50
			Resto de obra y materiales	3.15
			TOTAL PARTIDA	**3.98**
0027	03.02.03	m3	M2. Reposición de 20 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2. , tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calzadas.	
			Mano de obra	4.79
			Maquinaria	0.18
			Resto de obra y materiales	10.79
			TOTAL PARTIDA	**15.76**

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
0028	04.01.01		Partida alzada destinada a cubrir el gasto de construcción del depósito de aguas. Incluye excavación, construcción, fontanería, acabados, equipos de filtración y bomba dosificadora. Se ha tomado un precio mayorado y aproximado basándose en un documento Excel elaborado por Esteve Riba Genescá en su tesis del año 2005 de la UPC sobre depósitos de agua. En ella indica el precio de 110 euros el metro cúbico para un depósito con cubierta de 500 metros cúbicos. Se ha multiplicado 110 x 260 (de mi depósito) x 1,5---> añadiendo este 1,5 por seguridad	
			Mano de obra	72,930.00
			TOTAL PARTIDA	**72,930.00**
0029	05.01.01	u	Partida alzada de 6000 euros destinada a cubrir los posibles gastos de gestión de residuos generados en la obra. No son previsibles grandes cantidades de residuos ni elevadas cantidades de material que sea necesario retirar	
			Resto de obra y materiales	6,000.00
			TOTAL PARTIDA	**6,000.00**
0030	06.01.01	u	Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	
			Mano de obra	4.52
			Maquinaria	0.04
			Resto de obra y materiales	34.09
			TOTAL PARTIDA	**38.65**
0031	06.01.02	u	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	
			Mano de obra	4.52
			Maquinaria	0.04
			Resto de obra y materiales	12.24
			TOTAL PARTIDA	**16.80**
0032	06.01.03	u	Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)	

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
			Mano de obra	0.56
			Resto de obra y materiales	3.97
			TOTAL PARTIDA	**4.53**
0033	06.01.04	u	Ud. Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos)	
			Mano de obra	0.56
			Resto de obra y materiales	2.67
			TOTAL PARTIDA	**3.23**
0034	06.01.05	m	Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado	
			Mano de obra	1.11
			Resto de obra y materiales	0.13
			TOTAL PARTIDA	**1.24**
0035	06.01.06	m2	M2. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).	
			Mano de obra	4.44
			Resto de obra y materiales	17.39
			TOTAL PARTIDA	**21.83**
0036	06.01.07	m	Ml. Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte	
			Mano de obra	5.75
			Resto de obra y materiales	3.80
			TOTAL PARTIDA	**9.55**
0037	06.02.01	u	Ud. Par de botas de agua, homologadas	
			Resto de obra y materiales	11.42
			TOTAL PARTIDA	**11.42**
0038	06.02.02	u	Ud. Par de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas, homologadas.	
			Resto de obra y materiales	21.04
			TOTAL PARTIDA	**21.04**
0039	06.02.03	u	Ud. Par de guantes de uso general.	
			Resto de obra y materiales	1.65
			TOTAL PARTIDA	**1.65**
0040	06.02.04	u	Ud. Mono de trabajo, homologado	
			Resto de obra y materiales	12.84

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
			TOTAL PARTIDA	**12.84**
0041	06.02.05	u	Ud. Impermeable de trabajo, homologado	
			Resto de obra y materiales	7.75
			TOTAL PARTIDA	**7.75**
0042	06.02.06	u	Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado	
			Resto de obra y materiales	50.96
			TOTAL PARTIDA	**50.96**
0043	06.02.07	u	Ud. Casco de seguridad homologado.	
			Resto de obra y materiales	2.25
			TOTAL PARTIDA	**2.25**
0044	06.02.08	u	Ud. Gafas contra impactos, homologadas	
			Resto de obra y materiales	10.82
			TOTAL PARTIDA	**10.82**
0045	06.02.09	u	Chaleco reflectante, fabricado con bandas de tejido gris reflectante 3M, según norma UNE-EN 471. Amortizable en 1 uso.	
			Resto de obra y materiales	2.80
			TOTAL PARTIDA	**2.80**
0046	06.03.01	mes	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con polietileno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero me-laminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V	
			Resto de obra y materiales	117.00
			TOTAL PARTIDA	**117.00**

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	IMPORTE
0047	06.03.02	mes	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de poli butileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	
			Resto de obra y materiales	178.75
			TOTAL PARTIDA.....	**178.75**
0048	06.04.01	d	H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes	
			Resto de obra y materiales	51.22
			TOTAL PARTIDA.....	**51.22**
0049	06.04.02	u	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	
			Resto de obra y materiales	42.07
			TOTAL PARTIDA.....	**42.07**
0050	06.04.03	d	H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	
			Resto de obra y materiales	11.36
			TOTAL PARTIDA.....	**11.36**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	Movimiento de tierras	393,577.02	38.86
02	Conducciones Hidraúlicas y Accesorios	391,118.06	38.61
03	Reposición de Firmes	144,840.64	14.30
04	Deposito de Agua	72,930.00	7.20
05	Gestión de Residuos	6,000.00	0.59
06	Seguridad y Salud	4,408.22	0.44
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**1,012,873.94**	
	13.00 % Gastos generales 131,673.61		
	6.00 % Beneficio industrial 60,772.44		
	Suma	192,446.05	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	**1,205,319.99**	
	10% IVA	120,532.00	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**1,325,851.99**	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS VEINTICINCO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

, 1 de enero 2020.