



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de las tuberías principales
de agua de una estación de tratamiento de agua
potable (ETAP)

Project for the installation of main water pipes for a
drinking water treatment plant (DWTP)

Autor/es

Christian Cuartero Vidal

Director/es

Ana Cristina Royo Sánchez

Grado en Ingeniería Química

UNIZAR

2024/2025

Proyecto de Diseño de la Instalación de Tuberías de una ETAP

Índice General

Volumen 1

Christian Cuartero Vidal

Proyecto tutelado por Ana Cristina Royo Sánchez
2024-2025



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

Índice

2. Memoria

0.	Hoja de Identificación	1
1	Objeto.	3
2	Alcance.	3
3	Antecedentes	3
4	Normas y Referencias.	4
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	4
4.2	Bibliografía	5
4.3	Programas de cálculo.....	5
5	Definiciones y Abreviaturas.	5
6	Instalaciones	6
6.1	Tuberías	6
6.2	Accesorios.....	7
6.3	Válvulas	8
6.4	Bombas	9
7	Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	10
8	Resumen del presupuesto	10

3. Anexos

1	DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO ELEGIDO.....	1
1.2	MATERIAS PRIMAS.....	1
1.3	RECURSOS EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN	2
1.4	ALMACENAMIENTO DE AGUA.	3
1.5	DECANTACIÓN.	3
1.6	FILTRACIÓN	3
1.7	DEPÓSITO DE AGUA TRATADA.....	4
2	CÁLCULOS DE TUBERÍAS DE PROCESO.....	4
2.1	MATERIAL DE TUBERÍAS DEPENDIENDO DEL MATERIAL A TRANSPORTAR.....	4
2.2	DIÁMETRO NOMINAL NECESARIO CON ESPESORES Y LONGITUD DE TUBERÍAS.	7

2.3	ACCESORIOS DE LAS TUBERÍAS EN CADA TRAMO	12
2.4	VÁLVULAS DE LAS TUBERÍAS EN CADA TRAMO	14
2.5	ELECCIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS.....	15

4. Planos

Plano de la Distribución de los Equipos en Planta	Nº de Plano 01
Plano de Distribución de Bombas en Planta	Nº de Plano 02
Plano de Distribución de Tuberías y Válvulas	Nº de Plano 03
Distribución de Tuberías - Vista Perfil Derecho	Nº de Plano 04
Distribución de Tuberías - Vista Posterior.....	Nº de Plano 05
Plano Isométrico Tramo 1	Nº de Plano 06
Plano Isométrico Tramo 2	Nº de Plano 07
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 006.....	Nº de Plano 08
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 007.....	Nº de Plano 09
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 008.....	Nº de Plano 10
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 009.....	Nº de Plano 11
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 010.....	Nº de Plano 12
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 011.....	Nº de Plano 13
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 012.....	Nº de Plano 14
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 013.....	Nº de Plano 15
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 014.....	Nº de Plano 16
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 015.....	Nº de Plano 17
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 016.....	Nº de Plano 18
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 017.....	Nº de Plano 19
Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018.....	Nº de Plano 20
Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018 (Codo).....	Nº de Plano 21
Plano Isométrico Tramo 6 - Línea 018 (2ª Parte).....	Nº de Plano 22
Plano Isométrico Tramo 6	Nº de Plano 23
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 023.....	Nº de Plano 24
Plano Isométrico Tramo 7 – Línea 024.....	Nº de Plano 25
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 025.....	Nº de Plano 26
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 026.....	Nº de Plano 27
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 027.....	Nº de Plano 28
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 028.....	Nº de Plano 29

Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 029.....	Nº de Plano 30
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 030.....	Nº de Plano 31
Plano Isométrico Tramo 9	Nº de Plano 32
Plano Isométrico Tramo 10	Nº de Plano 33
Plano Isométrico Tramo 10 – Tramo 11.....	Nº de Plano 34
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 35
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 36
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 37
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 38
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 39
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 40
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 41
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 42
Plano Isométrico Tramo 13	Nº de Plano 43
Diagrama de Flujo P&ID	Nº de Plano 44

5. Pliego de Condiciones

0. Hoja índice del Pliego de Condiciones	1
1. Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del Proyecto.....	3
1.1. Tuberías	3
1.2. Válvulas	3
1.3. Reductores	4
1.4. Tes.....	4
1.5. Bridas	4
1.6. Juntas	5
1.7. Codos	5
1.8. Tornillos	5
1.9. Tapas de Extremo	6
1.10.Instalación	6
2. Reglamentación y normativa	6
3. Aspectos del Contrato.....	7
Condiciones Generales Facultativas.....	7
Epígrafe I. Obligaciones y derechos del contratista	7
Artículo 1.- Remisión de solicitud de ofertas	7

Epígrafe II.- Trabajos, material y medios auxiliares	7
Artículo 4.- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	7
Artículo 5.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	7
Artículo 6.- Trabajos defectuosos	8
Artículo 7.-Obras y vicios ocultos	8
Artículo 8.- Materiales no utilizables o defectuosos.....	8
Epígrafe III.- Recepción y liquidación	8
Artículo 9.- Recepciones provisionales	8
Artículo 10.- Plazo de garantía	9
Artículo 11.- Recepción definitiva	9
Artículo 12.-Liquidación final	9
Epígrafe IV.- Facultades de la dirección de obras	9
Artículo 13.- Facultades de la dirección de obras	9
Condiciones Generales Económicas.....	10
Epígrafe I.-Base fundamental.....	10
Artículo 14.- Base fundamental.....	10
Epígrafe II.- Garantías de cumplimiento y fianzas.....	10
Artículo 15.- Garantías	10
Artículo 16.- Fianzas	10
Artículo 17.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	10
Epígrafe III.- Precios y revisiones.....	10
Artículo 18.- Precios contradictorios.....	10
Artículo 19.- Reclamaciones de aumento de precios.....	11
Artículo 20.- Revisión de precios.....	11
Artículo 21.- Elementos comprendidos en el presupuesto.....	12
Epígrafe IV.- Valoración y abono de los trabajos.	12
Artículo 22.- Valoración de la obra.....	12
Artículo 23.- Mediciones parciales y finales.....	12
Artículo 24.- Equivocaciones en el presupuesto	12
Artículo 25.- Valoración de las obras incompletas.....	13
Artículo 26.- Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....	13
Artículo 27.- Pagos	13
Artículo 28.- Suspensión por retraso de pagos.	13
Artículo 29.-Indemnización por retraso de los trabajos.	13

Artículo 30.- Indemnización por daños de causa mayor al contratista.....	13
Epígrafe V.- VARIOS.....	14
Artículo 31.- Mejora de obras	14
Artículo 32.- Seguro de los trabajos.....	14
Condiciones Generales Legales	15
Artículo 34.- Accidente de trabajo y daños a terceros.....	15
Artículo 35.- Pagos de arbitrios.....	15
Artículo 36.- Causas de rescisión del contrato.....	15

6. Mediciones

1 Mediciones Nº 1 – Tuberías	3
2 Mediciones Nº 2 – Válvulas.....	5
3 Mediciones Nº 3 – Reductores.....	6
4 Mediciones Nº 4 - Tes	7
5 Mediciones Nº 5 – Bridas.....	8
6 Mediciones Nº 6 – Juntas.....	9
7 Mediciones Nº 7 – Codos.....	10
8 Mediciones Nº 8 – Tornillos	11
9 Mediciones Nº 9 – Tapas de Extremos	12

7. Presupuesto

1 Cuadro de Precios Unitarios de las Unidades de Obra	3
1.1 Tuberías	3
1.2 Válvulas	3
1.3 Reductores.....	3
1.4 Tes.....	4
1.5 Bridas	4
1.6 Juntas	4
1.7 Codos	5
1.8 Juegos de Pernos	5
1.9 Tapas de Extremo	5
2 Presupuestos Parciales	6
2.1 Presupuesto parcial Nº 1 Tuberías	6

2.2	Presupuesto parcial Nº 2 Válvulas	6
2.3	Presupuesto parcial Nº 3 Reductores	6
2.4	Presupuesto parcial Nº 4 Tes	7
2.5	Presupuesto parcial Nº 5 Bridas	7
2.6	Presupuesto parcial Nº 6 Juntas	7
2.7	Presupuesto parcial Nº 7 Codos	8
2.8	Presupuesto parcial Nº 8 Tornillos	8
2.9	Presupuesto parcial Nº 9 Tapas de Extremo	8
3	Presupuesto de Ejecución Material	9

Proyecto de Instalación de Tuberías Principales de Agua en una ETAP

Memoria

Volumen 2

Christian Cuartero Vidal

Proyecto tutelado por Ana Cristina Royo Sánchez
2024-2025



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

0. Hoja de Identificación

Título del Proyecto: Proyecto de Instalación de Tuberías Principales de Agua en una ETAP.

Código de proyecto: TFG1DW.

Dicho proyecto se entrega como Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Química supervisado por Ana Cristina Royo Sánchez, con despacho en Calle María de Luna 3, C5-3-2 (Edificio Torres Quevedo) y correo electrónico crisroyo@unizar.es.

La autoría de este proyecto pertenece a Christian Cuartero Vidal, con NIA 799234 y dirección de correo electrónico 799234@unizar.es.

Christian Cuartero Vidal



Índice

0.	Hoja de Identificación.....	1
1	Objeto.....	3
2	Alcance.	3
3	Antecedentes.....	3
4	Normas y Referencias.....	4
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	4
4.2	Bibliografía.	5
4.3	Programas de cálculo.....	5
5	Definiciones y Abreviaturas.....	5
6	Instalaciones.....	6
6.1	Tuberías	6
6.2	Accesorios.....	7
6.3	Válvulas.....	8
6.4	Bombas	9
7	Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	10
8	Resumen del presupuesto.....	10

1 Objeto.

El presente proyecto tiene por objeto la instalación de tuberías principales de agua de una estación de tratamiento de agua potable (ETAP), aplicando la norma UNE 157001 (criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico). Dicha ETAP pretende abastecer el agua potable a una población de 30.000 habitantes.

Además, para mí como estudiante del Grado de Ingeniería Química, el proyecto también posee justificación académica, ya que ha sido realizado como Trabajo Fin de Grado.

2 Alcance.

Este proyecto abarca el diseño de la instalación de tuberías principales de agua con la realización de los cálculos necesarios para determinar las dimensiones de los componentes que la forman (tuberías, bombas, válvulas y accesorios) así como el análisis de las materias primas y productos que circularán por dichas tuberías y que determinan las características de los materiales a utilizar en el diseño de estas.

Quedan fuera del alcance de este proyecto la descripción de la actividad a desarrollar, así como los requisitos de diseño, materias y datos de energía. Tampoco se abarca la información relativa a las interrelaciones con otras actividades, sistemas o elementos externos a la actividad, así como el personal dentro de la planta. La instalación de válvulas en la red de tuberías tiene como único propósito habilitar el seccionamiento hidráulico y la protección del sistema; no comprende funciones de automatización ni programación. La responsabilidad sobre el control operativo, incluyendo la gestión de apertura, cierre y modulación, recae exclusivamente en el ingeniero de control, quien deberá integrar estos elementos dentro del sistema de supervisión y automatización de la planta.

Se comenzará desarrollando un diagrama de flujo para representar la distribución de equipos y tuberías necesarias. Se seguirá realizando los cálculos del diámetro de las tuberías para luego representarlos en el diagrama 3D. A continuación, se harán los planos diédricos e isométricos y, por último, se determinarán las mediciones, el presupuesto y el pliego de condiciones.

3 Antecedentes

Los antecedentes de este Trabajo Fin de Grado se fundamentan en la necesidad de desarrollar una solución técnica basada en datos reales obtenidos de una planta potabilizadora existente, instalada como etapa previa al proceso productivo de un matadero industrial. Dicha instalación constituye un caso de estudio representativo, ya que su configuración responde a exigencias reales de tratamiento y calidad del agua conforme a la normativa sanitaria vigente, particularmente en lo relativo al uso de agua potable en la industria alimentaria. La información extraída de esta planta (incluyendo caudales, características fisicoquímicas del agua bruta, esquemas de proceso y disposición de equipos) permite contextualizar y validar el diseño propuesto en el proyecto, garantizando su viabilidad técnica y operativa.

Se ha planteado un caso hipotético con el objetivo de diseñar una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) destinada al abastecimiento de una población de 30.000 habitantes. Esta aproximación permite contextualizar el diseño dentro de un escenario realista y técnicamente exigente, facilitando la aplicación de criterios normativos y de ingeniería propios del ámbito del tratamiento de agua para consumo humano. A partir de esta hipótesis poblacional, se ha calculado el caudal de diseño teniendo en cuenta parámetros estándar de dotación media diaria por habitante, así como factores de simultaneidad y coeficientes de punta, siguiendo las recomendaciones del Plan Nacional de Calidad de las Aguas y la normativa técnica vigente.

En cuanto a los equipos, la ETAP ya dispone de tanques de almacenamiento, decantadores y filtros, así que, solo se tratará de exponer cuál es la mejor instalación de tuberías principales de agua en la planta.

En la selección de bombas se ha tenido en cuenta dos tipos. Por una parte, están las bombas de desplazamiento positivo o volumétricas, que realizan el intercambio de energía como trabajo de fuerzas de presión mediante variación de volumen (las paredes empujan). Decimos que con estos equipos el fluido se desplaza en “paquetes” al ser un caudal discontinuo, aunque este no depende de la variación de presión. Por otra parte, contamos con la opción de utilizar turbomáquinas o bombas rotodinámicas. Estas intercambian cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido. Esta variación se debe a las fuerzas de presión en la superficie de los álabes de los rodets, que giran creando un campo de presiones. Dentro de este tipo diferenciamos entre radiales, en las que el fluido se desplaza en sentido radial al eje; axiales, sobre superficies cilíndricas paralelas al eje; y diagonales, en las que se desplaza sobre superficies de revolución no paralelas al eje.

4 Normas y Referencias.

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

Normas de acotación y planos:

- **UNE-EN ISO 5457:** Documentación técnica de Producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010:** Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1.
- **UNE-EN ISO 1027:** Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- **UNE 1035:** Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación.
- **UNE 1135:** Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- **UNE-EN ISO 6433:** Dibujos técnicos. Referencia de los elementos.
- **UNE-EN ISO 3098:** Documentación técnica de productos. Escritura.
- **UNE-EN ISO 5455:** Dibujo técnico. Escalas.
- **UNE 1032:** Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- **UNE 1039:** Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones generales.

4.2 Bibliografía.

Royo Sánchez, A. C. (2023). Apuntes del curso **Oficina de Proyectos** [Material docente]. Universidad de Zaragoza, Moodle. <https://moodle.unizar.es/add/course/view.php?id=84753>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, «Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua. Año 2022,» 23 Julio 2024. [En línea]. Recuperado de: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176834&idp=1254735976602.

GRUPO ALMESA, «Catálogo Técnico,» 2015. [En línea]. Recuperado de: https://www.almesa.com/wp-content/uploads/CATALOGO_TECNICO_ISO9001.pdf.

UNIVERSIDAD DE GRANADA, «Aula Virtual Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Química,» [En línea]. Recuperado de: <https://www.ugr.es/~aulavirtualpfc/q/Bbombasytuberias.html>.

MANCOMUNIDAD DE AGUAS DEL MONCAYO, «ETAP Estación de Tratamiento de Agua Potable,» [En línea]. Recuperado de: <https://www.aguasdellmoncayo.es/etap/>.

Bombas Ideal. (2024). Catálogo de Distribución C-9. Recuperado de <https://www.bombasideal.com/catalogo/>

Shandong Changshengda Steel Co., Ltd. (s.f.). *ASTM A106 GR.B API5L SCH40/80/160 Carbon Steel Seamless Tube ASME B36.10 PE coated or black painted SMLS steel pipe.* Jinzheng Steel. Recuperado de <https://www.jinzhengsteelpipe.com/es/astm-a106-gr-b-api5l-sch-40-80-160-carbon-steel-seamless-tube-asme-b3610-pe-coated-or-black-painted-smls-steel-pipe>

4.3 Programas de cálculo.

Para la realización del proyecto se ha utilizado:

- **Autocad y Autocad Plant 3D** para la realización de dibujos, planos y determinación de cantidades de accesorios y longitudes de tuberías
- **Microsoft Office Excel** para el cálculo de los diámetros y las pérdidas de carga de las tuberías y **Word** para la redacción de los documentos.
- **Arquímedes** para reflejar el coste económico del proyecto.

5 Definiciones y Abreviaturas.

- **CS150:** Acero al Carbono 150 psi
- **DW:** Agua potable
- **h:** Altura
- **e:** Espesor
- **L:** Longitud

6 Instalaciones

6.1 Tuberías

La instalación de tuberías representa un componente crítico dentro del diseño hidráulico, ya que permite la conducción segura y eficiente del agua bruta y tratada a lo largo de todo el proceso. El sistema de tuberías ha sido dividido en trece tramos funcionales, definidos en función de los equipos a los que sirven y del caudal que transportan. Este fraccionamiento facilita tanto el análisis hidráulico como la operación y mantenimiento de la planta. Cada tramo ha sido diseñado considerando el caudal específico que debe transportar, las velocidades recomendadas (*UNIVERSIDAD DE GRANADA, «Aula Virtual Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Química,»*) para evitar fenómenos de erosión, cavitación o deposición de sólidos, y las pérdidas de carga asociadas, tanto lineales como singulares. A partir de estos parámetros, se han calculado los diámetros interiores mínimos utilizando la ecuación de continuidad, seleccionando posteriormente los diámetros nominales más cercanos en catálogo bajo el estándar de tubería ASME B36.10, con un espesor tipo SCH 40.

El material elegido para la totalidad de la red es acero al carbono ASTM A106 Gr.B, una aleación comúnmente empleada en aplicaciones de transporte de fluidos a presión por su resistencia estructural, buena soldabilidad y comportamiento estable en condiciones de presión y temperatura ambiente. Este tipo de acero garantiza fiabilidad y larga vida útil, incluso en condiciones de operación continuada, como las propias de una ETAP. Los tramos de tubería están configurados en paralelo en varios sectores del proceso (decantación, filtración y bombeo), de modo que se distribuye el caudal entre varias líneas idénticas, lo que permite operar con redundancia y flexibilidad ante paradas por mantenimiento. Las longitudes, diámetros, velocidades de operación y pérdidas de carga han sido debidamente calculadas y validadas para asegurar que en ningún punto del sistema se superen los límites técnicos admisibles, garantizando así una operación hidráulicamente equilibrada, eficiente y segura durante todo el ciclo de tratamiento. En la **Tabla 1** se muestra un resumen de la instalación:

Tabla 1 Resumen Tuberías en la Instalación

Tubería	Material	DN (")	Q (m3/h)	Velocidad Teórica (m/s)	L (m)
Tramo 1	CS150	16	300	0,707	34,99
Tramo 2	CS150	8	100	0,860	3,84
Tramo 3	CS150	6	100	1,468	9,13
Tramo 4	CS150	6	100	1,490	6,30
Tramo 5	CS150	16	300	0,707	55,83
Tramo 6	CS150	8	100	0,860	2,67
Tramo 7	CS150	6	100	1,468	3,54
Tramo 8	CS150	8	90	0,774	7,58
Tramo 9	CS150	16	270	0,636	39,06
Tramo 10	CS150	12	200	0,770	11,91
Tramo 11	CS150	8	66,67	0,574	4,04
Tramo 12	CS150	6	66,67	0,979	4,43

Tramo 13	CS150	8	200	1,723	25,12
----------	-------	---	-----	-------	-------

6.2 Accesorios

En una red de tuberías, los accesorios desempeñan un papel esencial en la adaptación geométrica y funcional del sistema hidráulico. Entre estos accesorios, destacan los codos, las tes y los reductores, cuya instalación permite el conexionado preciso entre distintos tramos, la adaptación de los diámetros de conducción, y la redistribución controlada del caudal hacia diferentes líneas de proceso. La elección de estos elementos se ha realizado siguiendo normativas internacionales (ASME B16.9) y empleando acero al carbono sin costura ASTM A234 GR WPB, en coherencia con el material de las tuberías principales. Todos los accesorios están diseñados para operar bajo condiciones de presión nominal de 150 psi y con unión mediante soldadura a tope, lo que asegura la continuidad estructural y la estanqueidad del sistema.

Los codos, tanto de 90° como de 45°, se han incorporado para permitir cambios de dirección del flujo, minimizando al mismo tiempo la generación de turbulencias que puedan comprometer la eficiencia hidráulica. Se han utilizado preferentemente codos de radio largo, ya que presentan menores pérdidas de carga en comparación con los de radio corto, y son más adecuados para mantener una transición suave del flujo. Por su parte, las tes (en configuración reductora) se han dispuesto para bifurcar o recolectar caudales en puntos estratégicos del proceso, permitiendo la distribución paralela hacia distintos equipos, como filtros o bombas. Finalmente, los reductores concéntricos han sido empleados en las transiciones entre tuberías de diferente diámetro, manteniendo la alineación del eje de la tubería y evitando zonas de estancamiento o cambios bruscos de velocidad que podrían dar lugar a fenómenos de cavitación o golpe de ariete. Estos accesorios no solo son imprescindibles para la funcionalidad del sistema, sino que contribuyen también al rendimiento energético global y a la durabilidad de la instalación. En la **Tabla 2**, **Tabla 3** y **Tabla 4** se muestra un resumen de los accesorios instalados:

Tabla 2 Resumen de Accesorios "Codos" en la Instalación

Cantidad	Descripción		Tramo
2	Codo 90° Radio Largo, DN 16", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	1
1			5
4	Codo 90° Radio Largo, DN 6", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	3
4			4
4			7
10			12
4	Codo 90° Radio Largo, DN 8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	8
8	Codo 45° Radio Largo, DN 8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	8

Tabla 3 Resumen de Accesorios "Tes" en la Instalación

Cantidad	Descripción		Tramo
4	TE (REDUCTORA), DN 16"X8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	1
8			5
4			9
5	TE (REDUCTORA), DN 12"X8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	10
5	TE (REDUCTORA), DN 8"X6", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	13

Tabla 4 Resumen de Accesorios "Reductores Concéntricos" en la Instalación

Cantidad	Descripción		Tramo
4	Reductor (concéntrico), DN 8"X6", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	2
4	Reductor (concéntrico), DN 6"X4", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	3
4			7
5			12
4	Reductor (concéntrico), DN 8"X4", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	6
5			11

6.3 Válvulas

Las válvulas instaladas en el sistema de tuberías de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) tienen una función fundamental en el control operativo, la seguridad del proceso y la eficiencia hidráulica de la planta. Su presencia permite regular, seccionar o interrumpir el flujo de agua en distintas etapas del tratamiento, facilitando así tanto la operación diaria como las tareas de mantenimiento preventivo o correctivo. En este proyecto se han empleado dos tipos principales de válvulas: válvulas de compuerta y válvulas de retención. Todas ellas están diseñadas conforme a los estándares ASME B16.10 y fabricadas en acero al carbono ASTM A216 GR WPB, con conexión mediante soldadura a tope y una presión nominal de 150 psi, lo que garantiza su compatibilidad estructural y funcional con el resto del sistema de conducción.

Las válvulas de compuerta han sido ubicadas principalmente en las líneas de aspiración e impulsión de las bombas, permitiendo el aislamiento total de los equipos cuando es necesario realizar tareas de inspección, sustitución o limpieza. Gracias a su capacidad para ofrecer un cierre hermético y bajas pérdidas de carga cuando están completamente abiertas, estas válvulas son especialmente adecuadas para operaciones de corte y apertura, más que para regulación. Por otro lado, las válvulas de retención cumplen una función pasiva de protección hidráulica: su diseño permite el paso del agua en un único sentido, cerrándose automáticamente ante cualquier intento de retorno del flujo. Esto es particularmente relevante en líneas de impulsión, donde se busca evitar el retroceso del caudal que podría dañar bombas, provocar sobrepresiones o generar golpes de ariete. La disposición estratégica de estos dispositivos en la

red garantiza un funcionamiento continuo, seguro y eficiente de toda la instalación, adaptándose a las variaciones operativas sin comprometer la integridad de los equipos ni la calidad del agua tratada.

En la **Tabla 5** se muestra un resumen de las válvulas instaladas:

Tabla 5 Resumen de Accesorios "Válvulas" en la instalación.

Cantidad	Descripción		Tramo
4	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 8", 150, Soldadura tope, ASME B16.10, 16 1/2" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=42", W=19 1/2"	CS150	2
4			6
5			11
4	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 6", 150, Soldadura tope ASME B16.10, 15 22/25" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=33 1/4", W=15 3/4"	CS150	2
4			6
5			11
4	Válvula de retención, oscilante, DN 6", 150, Soldadura tope ASME B16.10, 14" Longitud, ASTM A216 GR WPB	CS150	2
4			6
5			11

6.4 Bombas

La instalación de bombas constituye un componente clave para garantizar la continuidad del flujo hidráulico entre las distintas etapas del proceso de potabilización. En este proyecto se han dispuesto tres baterías de bombas centrífugas horizontales, seleccionadas en función de los caudales de diseño y de las alturas manométricas requeridas en cada tramo del sistema. La elección se ha realizado conforme a los datos proporcionados por el fabricante (*Bombas Ideal 2024. Catálogo de Distribución C-9*), asegurando que el punto de operación de cada bomba se encuentre dentro de la zona de máxima eficiencia del equipo. Para cada batería se ha previsto una configuración de operación redundante: tres bombas activas y una o dos en reserva, permitiendo mantener el régimen de funcionamiento incluso durante tareas de mantenimiento o ante eventuales averías.

Las bombas seleccionadas son del tipo RNI, fabricadas en fundición de acero y equipadas con motores eléctricos acoplados mediante bancada común, lo que facilita el alineado, reduce vibraciones y mejora la accesibilidad para inspecciones. La instalación incluye conexiones de aspiración e impulsión dimensionadas para evitar pérdidas de carga innecesarias y asegurar un régimen de flujo uniforme. Asimismo, se ha realizado un análisis detallado de pérdidas de carga (lineales y singulares) por tramo, lo que ha permitido dimensionar correctamente la altura manométrica y la potencia hidráulica requerida para cada bomba, con márgenes de seguridad adecuados. En la **Tabla 6** se muestra el resumen de bombas instaladas:

Tabla 6 Resumen de Bombas Hidráulicas en la Instalación

Batería	Nº	Nombre	Tramo	Q (m ³ /h)	Carcasa	Potencia Motor (CV)	η (%)	ASP (mm)	IMP (mm)
1	4	RNI 100/26h	1-4	100	132S	7,5	73	125	100
2	4	RNI 80/16	5-9	100	100L	4	85	100	80

3	5	RNI 80/16	10-13	66,67	90L	2	75	100	80
---	---	--------------	-------	-------	-----	---	----	-----	----

7 Orden de prioridad entre los documentos básicos

En este proyecto, la prioridad de los documentos básicos se rige atendiendo al siguiente orden:

1. Planos
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

8 Resumen del presupuesto

El presupuesto del presente proyecto contempla de forma detallada la estimación económica asociada a la instalación de las tuberías principales de una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). El desglose incluye partidas parciales correspondientes a tuberías, válvulas, accesorios (como codos, tes y reductores), bridas, juntas, tornillería y tapas de extremo, con precios unitarios ajustados a especificaciones técnicas normalizadas (ASME, ASTM). El cálculo del presupuesto de ejecución material se ha realizado a partir de mediciones exactas y precios unitarios estimados con ChatGPT. Entre los componentes con mayor impacto presupuestario destacan las tes reductoras (108.150 €), las válvulas (60.255 €) y las tuberías (26.734,89 €), reflejando su peso estructural dentro del sistema.

El presupuesto total de ejecución material asciende a 247.583,37 euros, una cifra que representa el coste directo estimado para llevar a cabo la ejecución física de la obra en condiciones estándar. Esta cuantía no contempla aún costes indirectos, beneficios industriales, ni impuestos, los cuales se incluirían en fases posteriores del estudio económico o en el pliego de condiciones para licitación. La **Tabla 7** muestra un resumen del presupuesto:

Tabla 7 Resumen del Presupuesto de Ejecución Material

Presupuesto de ejecución material	Importe (€)
1 Tuberías	26.734,89
2 Válvulas	60.255,00
3 Reductores	9.888,00
4 Tes	108.150,00
5 Bridas	11.124,00
6 Juntas	5.345,70
7 Codos	22.557,00
8 Tornillos	3.065,28
9 Tapas de Extremo	463,50
Total	247.583,37

Proyecto de Instalación de Tuberías Principales de Agua en una ETAP

Anexos

Volumen 3

Christian Cuartero Vidal

Proyecto tutelado por Ana Cristina Royo Sánchez
2024-2025



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

Índice

1	DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO ELEGIDO.	1
1.2	MATERIAS PRIMAS.	1
1.3	RECURSOS EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN	2
1.4	ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	3
1.5	DECANTACIÓN.....	3
1.6	FILTRACIÓN.....	3
1.7	DEPÓSITO DE AGUA TRATADA	4
2	CÁLCULOS DE TUBERÍAS DE PROCESO	4
2.1	MATERIAL DE TUBERÍAS DEPENDIENDO DEL MATERIAL A TRANSPORTAR.....	4
2.2	DIÁMETRO NOMINAL NECESARIO CON ESPESORES Y LONGITUD DE TUBERÍAS.	7
2.3	ACCESORIOS DE LAS TUBERÍAS EN CADA TRAMO	12
2.4	VÁLVULAS DE LAS TUBERÍAS EN CADA TRAMO	14
2.5	ELECCIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS.	15

1 Documentación de partida.

1.1 Justificación del proceso elegido.

La necesidad del tratamiento de las aguas se conoce desde la época de la civilización griega, que ya relacionaban la calidad del agua con la salud de la población aconsejando hervirla y filtrarla antes de su consumo. Pero hay que acercarnos a nuestros días y superar una época como la medieval, que se caracterizó por la gran cantidad de problemas que la falta de higiene en el agua causaba en la población, para observar el primer sistema de suministro de agua potable a toda una ciudad.

Una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) es fundamental para garantizar el suministro de agua potable de calidad a la población. En una ETAP, se realizan procesos de tratamiento del agua crudos para eliminar impurezas, microorganismos y contaminantes, asegurando que el agua sea segura para el consumo humano. Esto es crucial para prevenir enfermedades transmitidas por el agua y promover la salud pública. Además, una ETAP contribuye a la sostenibilidad ambiental al proteger los recursos hídricos y garantizar un suministro de agua seguro y confiable a largo plazo.

1.2 Materias Primas.

La justificación de materias primas en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) es crucial para asegurar la calidad del agua tratada y la eficiencia del proceso. A continuación, se detallan algunas de las materias:

1. Coagulantes (por ejemplo, sulfato de aluminio, cloruro férrico)

Se utilizan para aglomerar partículas suspendidas en el agua, formando flóculos que se pueden eliminar más fácilmente en los procesos de sedimentación y filtración. Esto mejora la claridad y reduce la turbidez del agua.

2. Floculantes (por ejemplo, polímeros)

Ayudan a formar flóculos más grandes y densos, facilitando su eliminación en los procesos posteriores. Aumentan la eficiencia de la coagulación y sedimentación.

3. Desinfectantes (por ejemplo, cloro, dióxido de cloro, ozono)

Se utilizan para eliminar o inactivar microorganismos patógenos presentes en el agua, garantizando que sea segura para el consumo humano.

4. Ajustadores de pH (por ejemplo, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico)

El pH del agua debe ser controlado para optimizar la eficacia de los coagulantes y desinfectantes, y para prevenir la corrosión en el sistema de distribución de agua.

5. Carbón activado

Se emplea para la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos, mejorando el sabor, olor y color del agua, y reduciendo contaminantes como pesticidas y compuestos químicos industriales.

6. Inhibidores de corrosión (por ejemplo, ortofosfatos)

Ayudan a prevenir la corrosión de las tuberías y equipos, prolongando su vida útil y evitando la contaminación del agua con metales.

7. Agentes de fluoración (por ejemplo, fluoruro de sodio)

Se añaden para prevenir la caries dental en la población. Su uso es controlado y regulado para asegurar que las concentraciones sean seguras.

8. Aditivos específicos (por ejemplo, permanganato de potasio)

Utilizados en circunstancias especiales, como la eliminación de manganeso y hierro, o para el control de algas y biofilms.

1.3 Recursos en función de la producción

La producción está estimada en 200 m³/h para contribuir al suministro de agua potable para 30.000 habitantes. La ley específica una dotación de 133 L/hab/día y tomando un factor de seguridad de 1,2, la dotación queda en 160 L/hab/día.

Para lograr una producción de agua potable de 200 m³/h, se ha determinado que es necesario tratar un caudal de entrada de 300 m³/h. Este diseño tiene en cuenta las pérdidas y eficiencias del sistema a lo largo del proceso de potabilización. Se ha decidido dividir el proceso en tres líneas de tratamiento independientes. Cada línea contará con equipos de decantación, filtración, y otros componentes necesarios para garantizar la calidad del agua. Además, se ha añadido una cuarta línea como reserva. Esta línea adicional permitirá mantener el flujo continuo de agua tratada durante operaciones de mantenimiento o en caso de incidencias, reforzando la seguridad y fiabilidad del sistema. La presente documentación toma como base un proyecto anterior en el que ya se realizaron los balances de materia y se diseñaron los equipos necesarios. Por ello, el sistema se compone de cuatro decantadores, cuatro filtros, y demás elementos en cada etapa del proceso de tratamiento. Este esquema garantiza una operación flexible y estable, cumpliendo con los requisitos de producción y calidad del agua potable establecida en el diseño original del proyecto.

Se considera que la planta estará en funcionamiento los 7 días de la semana con 3 turnos diarios de 8 horas/turno. Sin embargo, a estos días habrá que descontar los necesarios para limpiar los equipos y los estimados en los que se producirían fallos técnicos (53 días/año sin producción), haciendo un total de 312 días productivos anuales, lo que constituyen 26 días productivos al mes.

1.4 Almacenamiento de agua.

El agua para tratar es el agua acumulada en el embalse de la zona correspondiente, de la salida del embalse el agua es conducida a la ETAP para su tratamiento. Además del agua del embalse, también se conduce a la ETAP, mediante un bombeo, el agua recuperada en una red de drenajes que recogen el agua procedente de las filtraciones del propio embalse. También existe la posibilidad de utilizar una toma diferente en caso de tener que inutilizar el embalse por alguna razón.

El agua bruta es conducida a un tanque de retención, en esta zona se realizan los siguientes controles:

- Control del caudal de tratamiento de la planta potabilizadora mediante una válvula de accionamiento automático, que ajusta el caudal según la demanda de agua a la salida de la planta.
- Control de parámetros del agua bruta (turbidez, pH y temperatura) con el fin de poder ajustar el proceso de tratamiento adecuadamente.

La ETAP dispone de un tanque de acero galvanizado de forma cilíndrica con un almacenamiento de 1413 m³ dimensionado en 20 m de diámetro y 4,5 m de altura.

1.5 Decantación.

Este proceso consiste en la sedimentación de los flóculos creados. Para ello el agua es conducida a un decantador (cámara de gran volumen en la que el periodo de retención del agua es bastante elevado, permitiendo que las partículas en suspensión se depositen en el fondo).

La ETAP dispone de cuatro decantadores lamelares de PRFV de la marca Trepovi con unas dimensiones de 11,36 m de largo, 2,165 m de ancho y 2,650 m de alto y tiene una capacidad de 75 m³/h. Diseñados para transportar agua en condiciones de temperatura y presión ambiente.

Además, cada decantador dispone de un tanque de retención a la salida de este con capacidad para 173,18 m³, dimensionados en 4,5 m de altura y 3,5 m de diámetro.

1.6 Filtración

El agua decantada, a la que ya se le ha eliminado la gran parte de la materia en suspensión, pasa al proceso de filtración para la eliminación de los posibles flóculos y materia en suspensión que hayan escapado de la decantación.

El agua llega a un canal donde se reparte a los cuatro filtros instalados. Los filtros son del tipo abierto con un lecho de arena de sílex de un metro de espesor. El agua al entrar en el filtro atraviesa el lecho de arena de arriba abajo, depositando la materia indeseable en las capas superiores del lecho. Una serie de colectores con unas toberas, en la parte inferior del filtro, recogen el agua filtrada, impidiendo a su vez que se escape la arena de sílex. El agua recogida es conducida al depósito de agua tratada a través de una serie de tuberías.

La ETAP dispone de estos filtros de 2,8 m de altura y 2,5 m de diámetro.

1.7 Depósito de Agua Tratada

El agua tratada es almacenada en un depósito de 9,93 m de diámetro y 4 m de altura. Este cumple las siguientes funciones:

- Almacenar agua para poder realizar los lavados de filtros como se ha mencionado anteriormente.
- Servir de reserva de agua para evitar variaciones bruscas de caudal del propio tratamiento.
- En él se realiza la esterilización final del agua.
- En él se realizan las mediciones de pH, turbidez, temperatura y cloro residual del agua tratada, comprobando así la efectividad del proceso.

2 Cálculos de tuberías de proceso

2.1 Material de tuberías dependiendo del material a transportar.

Las tuberías instaladas se van a diseñar para transportar agua con sedimentos procedentes de la cuenca de un río y agua completamente depurada a presión y temperatura ambiente. Para simplificar el proceso, se considerará que el fluido es agua ya potable. En primer lugar se determinará el material y, para ello, se utilizarán la **Tabla 1** y la **Tabla 2** que detallan que tipo de material es idóneo para transportar un fluido y la **Tabla 3** que detalla la presión de trabajo que soportaría la tubería según la norma americana ASME B16.34.

Tabla 1 Materiales de tuberías más comúnmente empleados, según el fluido (Hernández)

Fluido	Códigos	Fluido	Códigos	Fluido	Códigos
Aceites comestibles	2-7-10-14-15	Barnices	1-2-7	Hidróxido sodico y potásico: -concentrad.	1-8
Aceites lubricantes	1-3	Benceno	1	-diluidos	15
Aceite de palo	1-2-7	Bicarbonato sodico	1-3-15	Hipoclorito cálcico	15
Aceites secantes	1-2-7	Bisulfato cálcico	2T-15	Hipoclorito sodico	9-12-17
Aceites vegetales	2-10	Bisulfato sodico	6T-15	Hiposulfito sodico	1-3
Acetileno	1T-6N	Bórax	1	Jabón	1-15
Acetona	1	Brea	1	Jugos de frutas	15
Acetato amilico	1-2	Bromo	9T-14	Keroseno	1-3
Acido acético	6-15	Caldo bordelés	1	Lacas	1-2-7
Acido bórico	2-10-15	Carbonato potásico	1-15	Leche	15-17
Acido carbónico	2-6-7N	Cerveza	2-15	Lejías	9T-15-17-21
Acido cianhídrico	1-6	Cerveza no fermentada	5	Melazas	(1)-15
Acido cítrico	2-10	Cianuro de cobre	2T-15-17	Mercurio	1
Acido clorhídrico	9-12-14-15	Cianuro potásico	2T-15-17	Metafosfato sodico	2-6-15
Acido cloroacético	9	Cianuro sodico	2T-15-17	Mezclas sulfonitricas	3-12-14N
Acido crómico	2-15	Cloro gaseoso	1-15	Nafta	1-2T
Acidos decapantes	(1)-2	Cloruro amoniaco	1-2	Nitrato amónico	2
Acido esteárico	1-2-10-11	Cloruros de azufre	1-10-11-12	Nitrato potásico	1
Acido fluorhídrico	9-13	Cloruro bárico	1-2-10-15	Nitrato sodico	1
Acido fluosilico deshidratado	9-13	Cloruro férrico	12T-14N-15	Nitrito sodico	1
Acido fórmico	3T-15	Cloruro ferroso	8T-10T-15	Nitrobenzeno	1
Acido fosfórico	3	Cloruro magnésico	6T-10T-14-15	Oxígeno	1
Acido gálico	8-10	Cloruro mercúrico	9-10	Perborato sodico	1-8-15(dil)
Acido nítrico	3-14N	Cloruro de níquel	2-10	Peróxido de sodio	1-8-15(dil)
Acido oleico	3T-10	Cloruro potásico	2	Piridina	1
Acido oxálico	6-10	Cloruro sodico	6-12T-15-17N	Salmueras	6T-10T-14
Acido palmítico	3T-10	Cloruro de titanio	10-12-20	Silicato sodico	1
Acido prúrico	1-2-7-15-20	Cloruro de zinc	(1)	Sulfato de aluminio	3-10T-11T
Acido piroleñoso	6-15	Cola	1	Sulfato amónico	1-3
Acido propiónico	6-15	Colofonia disuelta	1-2-7	Sulfato bárico	1
Acido sulfúrico	(1)-12	Colorantes de anilina	2	Sulfato cálcico	1
- fumante	12	Creosotas	(1)-3-7-10	Sulfato de cobre	2T-15
- diluido	6-15-17N	Dióxido de carbono	1	Sulfato férrico	3T-15
Acido sulfuroso	3T-13N	Disolventes clorados	10T-15	Sulfato ferroso	1
Acido tánico	2	Eteres	1	Sulfato ferroso clorado	8T-10T-15
Acido tartárico	2-7-10-20	Fenol, pirogalol	(1)-3-7-10	Sulfato magnésico	(1)-2T-15
Acido tricloroacético	9	Formaldehido	1	Sulfato de níquel	2
Aguas amoniacaes	1	Fosfato amónico	1	Sulfato potásico	1
Agua destilada	2-6-7-15	Fosfatos di y trisódicos	1	Sulfato y bisulfato sodico	1
Agua de minas	15-18	Fosfato monosodico	2	Sulfato de zinc	3-11
Agua oxigenada	2-7	Gases combustibles	1-6	Sulfuro bárico	1
Agua potable	1-5-7-13-15	Gas inerte, H, He, Ne, N	1	Sulfuro cálcico	1
Aguas residuales	4-18-19	Gas natural	1	Sulfuro de carbono	(1)
Agua salada de mar	6-15-19	Gases refrigerantes	1-5-6	Sulfuro de hidrógeno	1T-15
Aire comprim. comerc.	1	Gasolina, aceites de petróleo	1-3	Sulfuro potásico	(1)-2-3
Aire comprimido seco	1-5-7-15-16	Gelatina	3T-7T-15	Sulfuro sodico	(1)-2-3
Alcoholes, glicerina	1-2-5	Glucosa	1	Tintas	2
Aldehidos	1	Hidrocarburos gaseosos, metano, propano butano, pentano	1-6	Tiosulfato sodico	1-3
Amoniaco	1	Hidróxido amónico puro	2	Trietanolamina	1
Anhidrido acético	7	Hidróxido bárico	1	Vino	2-5-6
Anhidrido sulfúrico	1	Hidróxido cálcico	1	Vinagre	10-11-12
Anilina y aceites	2-10			Whisky	2-5-6
Asfaltos	1			Yodo	9-12-14
Azufre	1				

Los números incluidos entre paréntesis, significan que el material correspondiente resiste solo parcialmente. Siempre que se hace referencia a los materiales 15 (PVC) y 16 (PE), limitación T°≤60°C y Presión≤10 kp/cm². N: material apropiado para T° y presiones reducidas; T: material adecuado para T° y presiones elevadas.

Tabla 2 Material vinculado al código (Hernández)

1. Acero al carbono	12. Titanio y tántalo
2. Acero inoxidable 18-8 Cr-Ni	13. Plomo
3. Acero inoxidable 18-8 Cr-Ni-Mo	14. Acero revestido de vidrio
4. Fundición	15. PVC
5. Cobre	16. PE
6. Latón	17. Sarán
7. Aluminio	18. Gres
8. Níquel	19. Hormigón
9. Hastelloy C	20. Vidrio
10. Monel	21. Caucho
11. Inconel	

En la **Tabla 1** se escoge el código correspondiente al fluido que se desea transportar. A continuación, en la **Tabla 2**, se escoge el material relacionado con el código que se ha escogido de la **Tabla 1**. En este caso, el agua potable corresponde al código 1-5-7-13-15. Entonces para las tuberías de esta planta se utilizará **acero al carbono**, con código 1, debido a que se trata de un material altamente utilizado en la industria por su fiabilidad en cualquier desempeño relacionado.

Usando la norma ASME B16.34 [Ver Tabla 3], hay que entrar en los materiales del grupo 1 que son los del acero al carbono en la columna “Tubular”. El material elegido será el A106 (aparece en la columna de tubos de fila 1.2) es acero al carbono que se usa mucho para tubos, en líneas con válvulas de materiales del grupo 1.2 pero también del grupo 1.1 y es el que se va a utilizar en este proyecto.

Una vez definido el tipo de material hay que entrar en las normas ASME [Ver Tabla 4 Rating de la tubería en función de la temperatura y presión de trabajo(en la parte superior de cada tabla nos indica cuales son los materiales que siguen cada una de las tablas). Ahora entrando en la página correspondiente al grupo del material y entrando con la temperatura y presión que va a tener el fluido que va a transportar, da la clase de presión de trabajo (150 psi, 300 psi, etc., que deberá tener el material elegido). El “rating” de la tubería será de 150 psi ya que las condiciones de trabajo serán a temperatura y presión ambiental.

Tabla 3 Lista de materiales especificados por la norma ASTM (Hernández)
ASME B16.34-2017

(17)

Table 1 Material Specification List: Applicable ASTM Specifications

Material Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
GROUP 1 MATERIALS											
1.1	C-Si	A105	...	A216	WCB	A515	70	A105	...	...	...
	C-Mn-Si	A350	LF2	...	...	A516	70	A350	LF2	A672	C 70
	C-Mn-Si	...	...	...	...	A537	CL 1	A696	C	A672	B 70
	3½Ni	A350	LF3	...	...	...	...	A350	LF3	...	...
	C-Mn-Si-V	A350	LF6 CL 1	...	...	...	...	A350	LF6 CL 1	...	...
1.2	C-Si	...	...	...	...	...	...	...	...	A106	C
	2½Ni	...	...	A352	LC2	A203	B	...	...	...	...
	3½Ni	...	...	A352	LC3	A203	E	...	...	...	...
	C-Mn-Si	...	...	A216	WCC	...	...	...	...	...	...
	C-Mn-Si	...	...	A352	LCC	...	...	...	...	...	...
C-Mn-Si-V	A350	LF6 CL 2	...	...	...	...	A350	LF6 CL 2	...	...
1.3	C	...	...	...	...	...	...	A675	70	...	...
	C-Si	...	...	A352	LCB	A515	65	...	...	A672	B 65
	2½Ni	...	...	...	...	A203	A	...	...	...	...
	3½Ni	...	...	...	...	A203	D	...	...	...	...
	C-Mn-Si	...	...	...	...	A516	65	...	...	A672	C 65
	C-½Mo	...	...	A217	WC1	...	...	...	...	...	...
C-½Mo	...	...	A352	LC1	...	...	...	...	...	...
1.4	C	...	...	...	...	...	...	A675	60	...	...
	C	...	...	...	...	...	...	A675	65	...	...
	C-Si	...	...	...	...	A515	60	...	...	A106	B
	C-Si	...	...	...	...	...	...	...	...	A672	B 60
	C-Mn-Si	A350	LF1	...	...	A516	60	A350	LF1	A672	C 60
C-Mn-Si	...	...	...	...	...	...	A696	B	...	...
1.5	C-½Mo	A182	F1	...	...	A204	A	A182	F1	A691	CM-70
	C-½Mo	...	...	...	...	A204	B	...	...	...	...
1.6	½ Cr-½Mo	...	...	...	...	A387	2 CL 1	...	...	A691	½CR
	½Cr-½Mo	...	...	...	...	A387	2 CL 2	...	...	...	...
1.7	C-½Mo	...	...	...	...	...	...	...	...	A691	CM-75
	½Cr-½Mo	A182	F2	...	...	...	...	A182	F2	...	...
	Ni-½Cr-½Mo	...	...	A217	WC4	...	...	...	...	...	...
	¾Ni-Mo-¾Cr	...	...	A217	WC5	...	...	...	...	...	...
1.8	1Cr-½Mo	...	...	...	...	A387	12 CL 2	...	...	...	...
	1¼Cr-½Mo-Si	...	...	...	...	A387	11 CL 1	...	...	A691	1¼CR
	2¼ Cr-1Mo	...	...	...	...	A387	22 CL 1	...	...	A691	2¼CR
	2¼ Cr-1Mo	...	...	...	...	...	...	...	...	A335	P22
	2¼ Cr-1Mo	...	...	...	...	...	...	...	...	A369	FP22
1.9	¼Cr-½Mo-Si	A182	F11 CL 2	...	...	A387	11 CL 2	A182	F11 CL 2	...	...
	¼Cr-½Mo	...	...	A217	WC6	...	...	A739	B11	...	...
1.10	2¼Cr-1Mo	A182	F22 CL 3	A217	WC9	A387	22 CL 2	A182	F22 CL 3	...	...
	2¼Cr-1Mo	...	...	...	...	...	...	A739	B22	...	...
1.11	3Cr-1Mo	A182	F21	...	...	A387	21 CL 2	A182	F21	...	...
	Mn-½Mo	...	...	...	...	A302	A & B	...	...	...	...
	Mn-½Mo-½Ni	...	...	...	...	A302	C	...	...	...	...
	Mn-½Mo-¾Ni	...	...	...	...	A302	D	...	...	...	...

Tabla 4 Rating de la tubería en función de la temperatura y presión de trabajo (Hernández)

ASME B16.34-2017

Table 2-1.2 Ratings for Group 1.2 Materials							
A106 Gr. C (1)	A203 Gr. E (2)	A350 Gr. LF6 CL 2 (3)	A352 Gr. LC3 (4)		A352 Gr. LCC (4)		
A203 Gr. B (2)	A216 Gr. WCC (2)	A352 Gr. LC2 (4)	A352 Gr. LC3 (4)		A352 Gr. LCC (4)		
A — Standard Class							
Temperature, °C	Working Pressures by Class, bar						
	150	300	600	900	1500	2500	4500
-29 to 38	19.8	51.7	103.4	155.1	258.6	430.9	775.7
50	19.5	51.7	103.4	155.1	258.6	430.9	775.7
100	17.7	51.5	103.0	154.6	257.6	429.4	773.0
150	15.8	50.2	100.3	150.5	250.8	418.1	752.6
200	13.8	48.6	97.2	145.8	243.2	405.4	729.7
250	12.1	46.3	92.7	139.0	231.8	386.2	694.8
300	10.2	42.9	85.7	128.6	214.4	357.1	642.6
325	9.3	41.4	82.6	124.0	206.6	344.3	619.6
350	8.4	40.0	80.0	120.1	200.1	333.5	600.3
375	7.4	37.8	75.7	113.5	189.2	315.3	567.5
400	6.5	34.7	69.4	104.2	173.6	299.3	520.8
425	5.5	28.8	57.5	86.3	143.8	239.7	431.5
450	4.6	23.0	46.0	69.0	115.0	191.7	345.1
475	3.7	17.1	34.2	51.3	85.4	142.4	256.3
500	2.8	11.6	23.2	34.7	57.9	96.5	173.7
538	1.4	5.9	11.8	17.7	29.5	49.2	88.6

2.2 Diámetro nominal necesario con espesores y longitud de tuberías.

Para simplificar los cálculos referidos al diseño de las tuberías se ha considerado la planta dividiéndola en trece tramos diferenciados por el inicio (la salida de un equipo) hasta el final (que puede ser el inicio de otro equipo) aunque, generalmente, se ha tenido en cuenta el caudal que circula a través de la tubería correspondiente. En la mayor parte de los tramos existen cuatro tuberías que tendrán las mismas características de diseño. A continuación, se detallará cada tramo [Ver Plano N° 44 Diagrama de Flujo P&ID]:

- **El tramo 1** (Descarga de TK-001) corresponde a la descarga por gravedad desde el tanque de almacenamiento. El tramo recoge 300 m³/h en una tubería de gran envergadura.
- **El tramo 2** (Entrada 1ª Batería de Bombas) comprende cuatro tuberías que unen la tubería del tramo 1 con la 1ª batería de bombas (P-001, P-002, P-003 y P-004). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 100 m³/h.
- **El tramo 3** (Salida 1ª Batería de Bombas / Entrada Decantadores) comprende cuatro tuberías que unen la salida de las bombas con la entrada a los decantadores (estos decantadores están representados como TK-003, TK-004, TK-005 y TK-006). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 100 m³/h.
- **El tramo 4** (Salida Decantadores / Línea de conducción) comprende cuatro tuberías que unen la salida de los decantadores con la tubería de gran envergadura del tramo 5, pasando por los tanques auxiliares (TK-007, TK-008, TK-009 y TK-010). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 100 m³/h.
- **El tramo 5** (Salida de Tanques Auxiliares) corresponde a una línea de conducción de gran envergadura que recoge el caudal de las tres líneas de conducción anteriores y que, une el tramo 4 con el tramo 6. Conducen 300 m³/h.

- **El tramo 6** (Entrada 2ª Batería de Bombas) comprende cuatro tuberías que unen la tubería del tramo 5 con la 2ª batería de bombas (P-005, P-006, P-007 y P-008). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 100 m³/h.
- **El tramo 7** (Salida 2ª Batería de Bombas) comprende cuatro tuberías que unen la salida de las bombas con la entrada de los filtros (FT-001, FT-002, FT-003 y FT-004). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 100 m³/h.
- **El tramo 8** (Descarga de Filtros) comprende cuatro tuberías que unen la salida de los filtros con la tubería de gran envergadura del tramo 9. Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 90 m³/h. Estos equipos tienen una particularidad por la cual el caudal de salida varía con el paso del tiempo debido a la formación de una torta que hace aumentar la caída de presión. Por lo tanto, para simplificar, se supondrá un porcentaje de pérdidas del 10%.
- **El tramo 9** (Entrada Depósito Pulmón) corresponde a una línea de conducción de gran envergadura que recoge el caudal de las tres líneas de conducción anteriores y que, une el tramo 8 con la entrada al depósito pulmón (TK-002). Conducen 270 m³/h
- **El tramo 10** (Descarga Depósito Pulmón) corresponde a una línea de conducción de gran envergadura que recoge el caudal de la salida del depósito pulmón. Une el depósito pulmón con el tramo 11. Conduce 200 m³/h, calculados a partir de las necesidades de abastecimiento de la población.
- **El tramo 11** (Entrada 3ª Batería de Bombas) comprende cinco tuberías que unen la tubería del tramo 10 con la 3ª batería de bombas (P-009, P-010, P-011, P-012 y P-013). Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 66,67 m³/h.
- **El tramo 12** (Salida 3ª Batería de Bombas) comprende cinco tuberías que unen la salida de las bombas con la tubería del tramo 13. Tres de ellas están operativas en condiciones normales de funcionamiento y una en reserva. Cada una recoge 66,67 m³/h
- **El tramo 13** (Línea de Conducción final) corresponde a la tubería de gran envergadura que recoge la impulsión en una sola tubería que está enfocada en la distribución a la red. Conducen los 200 m³/h que satisfará la demanda de agua potable en la comunidad local.

Se comienza desde el punto de partida de que la planta produce agua potable con un caudal de salida de 200 m³/h, por lo tanto, el bombeo de captación de ha diseñado para bombear 300 m³/h entre tres tuberías (la cuarta tubería se considera auxiliar para cuando se necesita hacer mantenimiento en cualquiera de las otras)

Tabla 5 Resumen de velocidades recomendadas para cada tramo en la planta.

TRAMO	FLUJO	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD RECOMENDADA (m/s)
1	CONTINUO	300	0.3 - 0.9
2	CONTINUO	100	0.3 - 0.9
3	CONTINUO	100	1.2 - 3
4	CONTINUO	100	1.2 - 2.4
5	CONTINUO	300	0.3 - 0.9
6	CONTINUO	100	0.3 - 0.9
7	CONTINUO	100	1.2 - 3
8	CONTINUO	90	0.15 - 0.3
9	CONTINUO	270	0.15 - 0.3
10	CONTINUO	200	0.15 - 0.3

11	CONTINUO	66.67	0.3 - 0.9
12	CONTINUO	66.67	1.2 - 3
13	CONTINUO	200	1.2 - 2.4

En la **Tabla 5** se especifican las consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las tuberías en la planta. Un aspecto muy importante para tener en cuenta en el diseño del sistema de tuberías es el de la velocidad que alcanza el fluido por el interior de las conducciones. Dicha velocidad, en el caso de la circulación isoterma de fluidos incompresibles, viene determinada por el caudal y el diámetro de la sección interna de la conducción, y para cada fluido tiene un valor máximo que no debe ser sobrepasado, ya que de lo contrario puede producirse un deterioro del producto por tratamiento mecánico inadecuado. Se ha tenido en cuenta la velocidad mínima y máxima recomendada para el cálculo del diámetro de la tubería según la **Tabla 6**. (*McCabe et al., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ª Ed., McGraw-Hill, 1991*)

Tabla 6 . Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

El diámetro interior mínimo de una tubería se puede calcular utilizando la siguiente fórmula derivada de la ecuación de continuidad, que establece que el caudal (Q) es igual al producto del área de la sección transversal de la tubería (A) por la velocidad del fluido (V):

$$Q = A \cdot V$$

Donde:

- Q es el caudal en unidades de volumen por tiempo (m³/s).
- A es el área de la sección transversal de la tubería en m².
- V es la velocidad del fluido en la tubería en m/s.

Para obtener el diámetro (D), debemos usar la fórmula del área de un círculo, que es:

$$A = \frac{\pi D_{int,min}^2}{4}$$

Entonces, sustituyendo en la ecuación de caudal:

$$Q = \frac{\pi D_{int,min}^2}{4} \cdot V$$

Despejando D (diámetro interior mínimo):

$$D_{int,min} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

A continuación, se presentarán los cálculos necesarios para estimar el diámetro interior mínimo de la tubería en el tramo 1. Para los demás tramos es el mismo procedimiento

$$D_{int,min} = \sqrt{\frac{4 \times 0,083}{\pi \times 0,9}} = 342,7 \text{ mm}$$

Para el resto de los tramos quedaría como presenta la tabla resumen. **[Ver Tabla 8]**Error! No se encuentra el origen de la referencia.]

Una vez conocido el diámetro interior mínimo, se escoge en el catálogo (*Catálogo Técnico Grupo Almesa 2015*) **[Ver Tabla 7]** un diámetro nominal superior al calculado y se determina el espesor correspondiente entrando por la columna con un "Schedule" (SCH) standard, es decir, SCH 40, para que se cumpla con la condición:

$$((D_{ext} - 2e) - D_{int,min}) > 0$$

Tabla 7 Tubo soldado y sin soldadura ASME B36.10. Dimensiones según: ASME B36.10 Calidades de acero según: ASTM A 106 Gr.B / API 5L Gr.B ISO 3183. (GRUPO ALMESA, 2015)

Diámetro nominal [pulg.]	Diámetro nominal [pulg.]	5	10	20	30	STD	40	60	XS
1 1/8"	10,3		1,24 0,28		1,45 0,32	1,73 0,37	1,73 0,37		2,41 0,47
1/4"	13,7		1,65 0,49		1,85 0,54	2,24 0,63	2,24 0,63		3,02 0,80
3/8"	17,1		1,65 0,63		1,85 0,70	2,31 0,84	2,31 0,84		3,20 1,10
1/2"	21,3	1,65 0,80	2,11 1,00		2,41 1,12	2,77 1,27	2,77 1,27		3,73 1,62
3/4"	26,7	1,65 1,03	2,11 1,28		2,41 1,44	2,87 1,69	2,87 1,69		3,91 2,20
1"	33,4	1,65 1,29	2,77 2,09		2,90 2,18	3,38 2,50	3,38 2,50		4,55 3,24
1 1/4"	42,2	1,65 1,65	2,77 2,69		2,97 2,87	3,56 3,39	3,56 3,39		4,85 4,47
1 1/2"	48,3	1,65 1,90	2,77 3,11		3,18 3,53	3,68 4,05	3,68 4,05		5,08 5,41
2"	60,3	1,65 2,39	2,77 3,93		3,18 4,48	3,91 5,44	3,91 5,44		5,54 7,48
2 1/2"	73,0	2,11 3,69	3,05 5,26		4,78 8,04	5,16 8,63	5,16 8,63		7,01 11,41
3"	88,9	2,11 4,52	3,05 6,46		4,78 9,92	5,49 11,29	5,49 11,29		7,62 15,27
3 1/2"	101,6	2,11 5,18	3,05 7,41		4,78 11,41	5,74 13,57	5,74 13,57		8,08 18,64
4"	114,3	2,11 5,84	3,05 8,37		4,78 12,91	6,02 16,08	6,02 16,08		8,56 22,32
5"	141,3	2,77 9,46	3,40 11,56			6,55 21,77	6,55 21,77		9,53 30,97
6"	168,3	2,77 11,31	3,40 13,83			7,11 28,26	7,11 28,26		10,97 42,56
8"	219,1	2,77 14,78	3,76 19,97	6,35 33,32	7,04 36,82	8,18 42,55	8,18 42,55	10,31 53,09	12,70 64,64
10"	273,0	3,40 22,61	4,19 27,78	6,35 41,76	7,80 51,01	9,27 60,29	9,27 60,29	12,70 81,53	12,70 81,53
12"	323,8	3,96 31,24	4,57 35,98	6,35 49,71	8,38 65,19	9,53 73,86	10,31 79,71	14,27 108,93	12,70 97,44
14"	355,6	3,96 34,34	6,35 54,69	7,92 67,91	9,53 81,33	9,53 81,33	11,13 94,55	15,09 126,72	12,70 107,40
16"	406,4	4,19 41,56	6,35 62,65	7,92 77,83	9,53 93,27	9,53 93,27	12,70 123,31	16,66 160,13	12,70 123,31

Una vez elegida la tubería del fabricante, se recalcula la velocidad teórica acorde al diámetro nominal y se comprueba que la velocidad está en el rango de velocidades recomendadas.

Tabla 8 Resumen del cálculo de diámetro de tubería por tramos para una velocidad mínima del fluido

Tubería	Fluido	Caudal Q (m³/s)	Velocidad Recomendada (m/s)	Área mínima (m²)	D _{int,min} (mm)
Tramo 1	Agua	0,083	0,9	0,093	343
Tramo 2	Agua	0,028	0,9	0,031	198
Tramo 3	Agua	0,028	3	0,009	109
Tramo 4	Agua	0,028	2,4	0,012	121
Tramo 5	Agua	0,083	0,9	0,093	343
Tramo 6	Agua	0,028	0,9	0,031	198
Tramo 7	Agua	0,028	3	0,009	109
Tramo 8	Agua	0,025	0,9	0,028	188
Tramo 9	Agua	0,075	0,9	0,083	326
Tramo 10	Agua	0,056	0,9	0,062	280
Tramo 11	Agua	0,019	0,9	0,021	162
Tramo 12	Agua	0,019	2	0,009	109
Tramo 13	Agua	0,056	2,4	0,023	172

Tubería	SCH	Dext (mm)	e (mm)	DN (")	Dint (m)	Velocidad Teórica (m/s)
Tramo 1	40	406	9,53	16	0,387	0,707
Tramo 2	40	219	8,18	8	0,203	0,860
Tramo 3	40	168	6,55	6	0,155	1,468
Tramo 4	40	168	7,11	6	0,154	1,490
Tramo 5	40	406	9,53	16	0,387	0,707
Tramo 6	40	219	8,18	8	0,203	0,860
Tramo 7	40	168	7	6	0,155	1,468
Tramo 8	40	219	8,18	8	0,203	0,774
Tramo 9	40	406	9,53	16	0,387	0,636
Tramo 10	40	324	10,31	12	0,303	0,770
Tramo 11	40	219	8,18	8	0,203	0,574
Tramo 12	40	168	6,55	6	0,155	0,979
Tramo 13	40	219	8,18	8	0,203	1,723

**En amarillo, los datos que tendrá la tubería después de haber elegido el diámetro nominal del fabricante*

2.3 Accesorios de las tuberías en cada tramo

En una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), la inclusión de accesorios como codos, tes y reductores concéntricos en las tuberías responde a la necesidad de optimizar el flujo hidráulico, minimizar pérdidas de carga y garantizar la correcta distribución del caudal en los distintos procesos unitarios. Los codos permiten cambios de dirección sin generar turbulencias excesivas que puedan afectar la eficiencia del sistema, mientras que las tes facilitan la derivación de caudales hacia distintas líneas de tratamiento o distribución. Los reductores concéntricos son esenciales para adaptar diámetros de tuberías, asegurando transiciones hidráulicamente eficientes que eviten cavitación y pérdidas de presión abruptas. Además, estos elementos contribuyen a la integridad estructural y operativa de la red, optimizando el rendimiento energético de bombas e incrementando la vida útil de los componentes del sistema. [Ver Planos Isométricos 06-43]

- **Codo de 90°**

Un codo de 90° es un accesorio que permite cambiar la dirección del flujo en un ángulo recto (90 grados). Se utiliza en sistemas donde es necesario hacer giros bruscos en el recorrido de la tubería. Existen los codos de radio corto, es decir, aquellos que tienen un radio de curvatura igual al diámetro de la tubería, lo que lo hace más compacto, pero genera mayor pérdida de carga. Y los de radio largo, aquellos que su radio de curvatura es 1,5 veces el diámetro de la tubería, reduciendo la resistencia al flujo.

- **Codo de 45°**

El codo de 45° permite cambiar la dirección del flujo en un ángulo más suave que el codo de 90°. Se usa cuando se requiere una desviación gradual del flujo. Tiene como ventaja que

reduce la pérdida de carga en comparación con un codo de 90°. Es ideal para sistemas de drenaje y conducción de fluidos donde se busca minimizar turbulencias.

A continuación, se presenta la **Tabla 9** resumen de los codos en la planta.

Tabla 9 Resumen de accesorios "codos" en la planta

Cantidad	Descripción		Tramo
2	Codo 90° Radio Largo, DN 16", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	1
1			5
4	Codo 90° Radio Largo, DN 6", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	3
4			4
4			7
10			12
4	Codo 90° Radio Largo, DN 8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	8
8	Codo 45° Radio Largo, DN 8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	8

- **Té (T o Tee)**

Una "T" es un accesorio en forma de **T** que permite la conexión de tres tuberías. Se emplea para dividir o combinar flujos en una instalación. Puede ser de paso recto o con reducción en una de sus salidas. En este proyecto se han necesitado Tés con reducción.

La siguiente **Tabla 10** presenta un resumen de las cantidades.

Tabla 10 Resumen de accesorios "Té" en la planta

Cantidad	Descripción		Tramo
4	TE (REDUCTORA), DN 16"X8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	1
8			5
4			9
5	TE (REDUCTORA), DN 12"X8", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	10
5	TE (REDUCTORA), DN 8"X6", Soldadura a Tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB Sin Costura, SCH 40	CS150	13

- **Reductor concéntrico**

Es un accesorio que permite la transición entre dos tuberías de diferente diámetro, manteniendo el centro alineado. Se emplea en sistemas donde es necesario reducir o aumentar el diámetro de la tubería sin generar desalineaciones. Es común en sistemas de bombeo y tuberías horizontales. La **Tabla 11** muestra el resumen de los reductores necesarios

Tabla 11 Resumen de accesorios "reductores" en la planta

Cantidad	Descripción		Tramo
4	Reductor (concéntrico), DN 8"X6", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	2

4	Reductor (concéntrico), DN 6"X4", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	3
4			7
5			12
4	Reductor (concéntrico), DN 8"X4", Soldadura a tope, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, Sin costura, SCH 40	CS150	6
5			11

2.4 Válvulas de las tuberías en cada tramo

La instalación de válvulas es fundamental para el control, la seguridad y la eficiencia del proceso de tratamiento del agua. Su inclusión permite regular el flujo, aislar equipos para mantenimiento y proteger la infraestructura ante sobrepresiones o golpes de ariete. En este proyecto se va a utilizar válvulas de compuerta y válvulas de retención. [Ver Planos 3, 4 y 5 de Distribución de Tuberías y Válvulas]

- **Válvula de compuerta**

Las válvulas de compuerta se utilizan para interrumpir el flujo, pues cierran herméticamente; teniendo así menores pérdidas de carga. Se colocan antes de las bombas de captación (para permitir su mantenimiento sin detener todo el sistema) y a la salida de las bombas de captación y de impulsión (para permitir la desconexión de una bomba en caso de avería o mantenimiento). La demanda de agua hacia la bomba no es constante, por lo que el flujo es interrumpido. Este tipo de válvulas nos permite regular el flujo con las menores pérdidas de carga posibles. Además, estas válvulas protegen a la bomba que está conectada al tanque ya que también evitan la inversión del flujo.

- **Válvula de retención**

Una válvula de retención es un dispositivo mecánico que permite el flujo unidireccional de un fluido en una tubería, evitando el retroceso de este. Su principio de funcionamiento se basa en la apertura automática cuando el fluido circula en la dirección deseada y el cierre inmediato cuando el flujo intenta revertirse, gracias a un mecanismo interno que puede ser un disco basculante, un pistón o una bola, dependiendo del diseño. Estas válvulas no requieren intervención manual ni automatización, ya que operan por la propia presión del fluido. Son ampliamente utilizadas en sistemas de bombeo, redes de distribución de agua, industrias de proceso y sistemas de protección contra golpes de ariete, asegurando la integridad y eficiencia del sistema hidráulico.

La elección de colocar válvulas cerca de las bombas y en puntos estratégicos para mantenimiento es una decisión fundamentada en criterios operativos, de seguridad y de eficiencia del sistema. La siguiente **Tabla 12** muestra un resumen de las válvulas necesarias para la planta.

Tabla 12 Resumen de accesorios "válvulas" en la planta.

Cantidad	Descripción	Tramo
4	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 8", 150 LB, Soldadura tope, ASME B16.10, 16 1/2" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=42", W=19 1/2"	2
4		6
5		11

4	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 15 22/25" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=33 1/4", W=15 3/4"	CS150	2
4			6
5			11
4	Válvula de retención, oscilante, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 14" Longitud, ASTM A216 GR WPB	CS150	2
4			6
5			11

2.5 Elección de bombas hidráulicas.

2.4.1 Cálculo de la pérdida de carga por tramos.

A continuación, se presentarán los cálculos necesarios para determinar las pérdidas de carga totales en el tramo 1, como ejemplo. En el resto de los tramos es idéntico.

- **Cálculo del Número de Reynolds (Re)**

El número de Reynolds es un parámetro adimensional que permite clasificar el régimen de flujo en una tubería. Se calcula mediante la ecuación:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu}$$

Donde:

- Re = Número de Reynolds (adimensional)
- ρ = Densidad del fluido (kg/m^3)
- V = Velocidad media del fluido (m/s)
- D = Diámetro interno de la tubería (m)
- μ = Viscosidad dinámica del fluido ($\text{Pa}\cdot\text{s}$ o $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$)
- ν = Viscosidad cinemática ($\nu = \mu/\rho$, en m^2/s)

La **viscosidad cinemática** (ν) se obtiene a partir de la relación:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Sustituyendo los valores:

$$\nu = \frac{8,94 * 10^{-4}}{998} = 8,96 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

El número de Reynolds se obtiene con la ecuación sustituyendo los valores:

$$Re = \frac{0,707 * 0,387}{8,96 * 10^{-7}} = 305438$$

- **Determinación del Factor de Fricción (f)**

El **factor de fricción (f)** se determina con base en Re y la rugosidad relativa de la tubería (ϵ/D). El diagrama de Moody [Ver Ilustración 1] proporciona f en función de Re y ϵ/D . En este caso:

La **rugosidad relativa** (ϵ/D) se calcula dividiendo la rugosidad absoluta entre el diámetro interno de la tubería. Se ha tenido en cuenta un valor de rugosidad típico para la aplicación.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,035}{387} = 9,04 * 10^{-5}$$

Conocido Re y ε/D , se encuentra aproximadamente, mediante interpolación visual, el factor de fricción f en torno a **0.015** (según el diagrama de Moody).

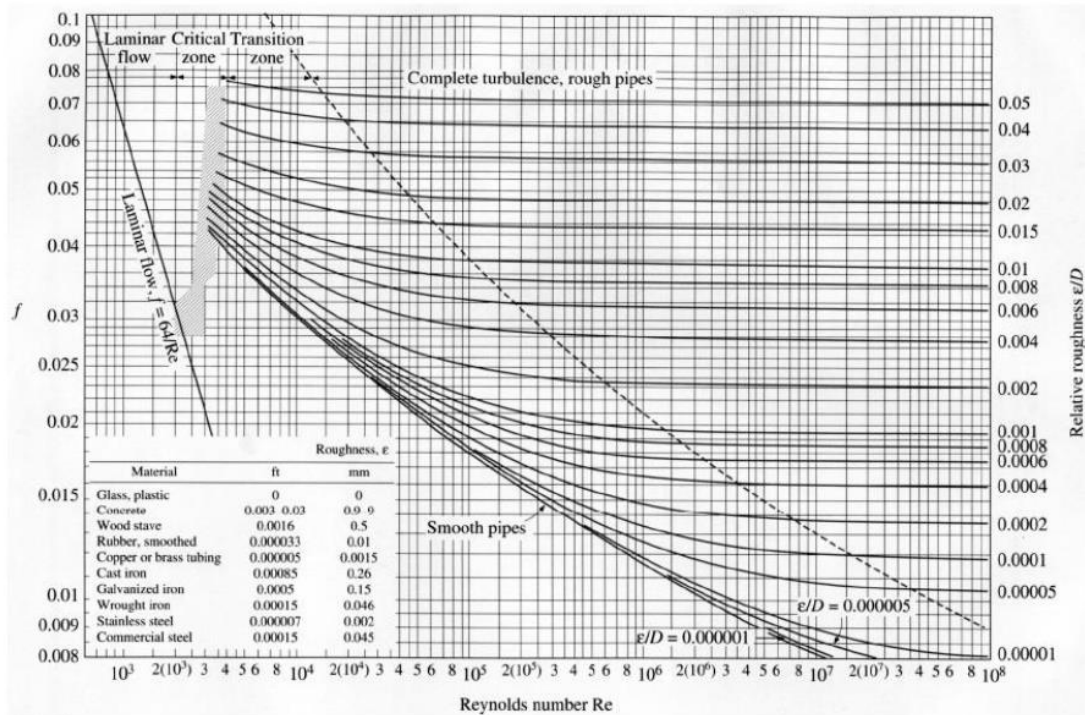


Ilustración 1 Diagrama de Moody

- **Aplicación de la Ecuación de Darcy-Weisbach**

Una vez determinado f , se calcula la pérdida de carga por fricción (h_f) en una tubería de longitud L : [Ver Plano 3]

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- h_f = Pérdida de carga por fricción (m)
- f = Factor de fricción (adimensional)
- L = Longitud de la tubería (m)
- D = Diámetro interno de la tubería (m)
- V = Velocidad del fluido (m/s)
- g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s²)

$$h_f = (0,015) * \frac{34,99}{0,387} * \frac{0,707^2}{2 * 9,81}$$

$$h_f = 0,0346 \text{ m}$$

Se ha considerado hacer las pérdidas de carga para la tubería con mayor longitud del tramo para garantizar que el fluido se mueva por los demás tramos con la bomba elegida. Esta longitud comprende desde la salida del depósito (en color rosa) hasta el final de la tubería (en azul).

- **Consideración de Pérdidas de Carga Singulares (h_s)**

Además de la fricción en tuberías rectas, se deben considerar **pérdidas de carga en accesorios y válvulas**. Las pérdidas de carga singulares están comprendidas por el número de válvulas de retención y compuerta instaladas en la línea, el número de codos de 90°, de reductores y el número de "Tés". De esta forma, se calculan con la ecuación:

$$h_s = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$h_s = (n^\circ K_{comp} + n^\circ K_{reten} + n^\circ K_{codo90^\circ} + n^\circ K_{codo45^\circ} + n^\circ K_T + n^\circ K_{reduc}) \cdot \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde K es el coeficiente de pérdida de cada accesorio (obtenido de tablas experimentales) [Ver **Ilustración 2**].

$$h_s = ((2 * 1,5) + (4 * 0,4)) \frac{0,707^2}{2 * 9,81} = 4,6 * 0,0255 = 0,117 \text{ m}$$

Descripción de los términos:

- h_s = Pérdida de carga por accesorios (m)
- n° = Número de cada tipo de accesorio en la tubería
- K_{comp} = Coeficiente de pérdida para una válvula de compuerta = 0,17
- K_{reten} = Coeficiente de pérdida para una válvula de retención = 4
- K_{codo90° = Coeficiente de pérdida para codos de 90° = 1,5
- K_{codo45° = Coeficiente de pérdida para codos de 45° = 0,75
- K_T = Coeficiente de pérdida para una "T" = 0,4
- K_{reduc} = Coeficiente de pérdida para un reductor = 0,191 (8"x4"), 0,560 (8"x6"), 0,308 (6"x4")
- V = Velocidad del fluido en la tubería (m/s)
- g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s²)

Tabla del coeficiente de pérdida de carga en tuberías y accesorios

Accesorio/tubería	Coefficiente de pérdida de carga (ζ)
Tubería recta (lisa)	0,02 – 0,05
Codo de 90° (radio largo)	0,35
Codo de 90° (radio corto)	1,5
Codo de 45° (radio largo)	0,18
Codo de 45° (radio corto)	0,75
Te (flujo completo)	0,4
Te (ramal de entrada)	1,5
Válvula de compuerta (abierta)	0,17
Válvula de compuerta (cerrada)	10
Válvula de globo (abierta)	10
Válvula de globo (cerrada)	340
Válvula de retención (disco oscilante)	4
Válvula de retención (disco basculante)	2
Válvula de retención (disco batiente)	10
Válvula de retención (de pie)	2,5

Ilustración 2 Tabla de coeficientes de pérdida de carga en tuberías y accesorios.

- **Cálculo de la Pérdida de Carga Total**

La pérdida de carga total en el sistema es la suma de las pérdidas por fricción y las pérdidas singulares:

$$h_{total} = h_f + h_s$$

Sustituyendo los valores:

$$h_{total} = h_f + h_s = 0,0346 + 0,117 = 0,1516 \text{ m}$$

A continuación, se mostrarán la **Tabla 13**, **Tabla 14** y **Tabla 15** donde se resumen todos los tramos calculados análogamente al ejemplo anterior.

Tabla 13. Tabla Resumen de datos y cálculos de las pérdidas lineales por tramo

TUBERÍAS	TRAMO	FLUIDO	ρ (kg/m ³)	μ (Pa.s)	V (m/s)	D (m)
TRAMO 1	Descarga del tanque 1	AGUA	998	8,94E-04	0,707	0,387
TRAMO 2	Entrada a bomba 1	AGUA	998	8,94E-04	0,860	0,203
TRAMO 3	Salida bomba 1	AGUA	998	8,94E-04	1,468	0,155
TRAMO 4	Línea conducción D1	AGUA	998	8,94E-04	1,490	0,154
TRAMO 5	Descarga del tanque 2	AGUA	998	8,94E-04	0,707	0,387
TRAMO 6	Entrada a bomba 2	AGUA	998	8,94E-04	0,860	0,203
TRAMO 7	Salida bomba 2	AGUA	998	8,94E-04	1,468	0,155
TRAMO 8	Descarga Filtros	AGUA	998	8,94E-04	0,774	0,203
TRAMO 9	Entrada DP	AGUA	998	8,94E-04	0,636	0,387
TRAMO 10	Descarga del tanque 3	AGUA	998	8,94E-04	0,770	0,303
TRAMO 11	Entrada a la bomba 3	AGUA	998	8,94E-04	0,574	0,203
TRAMO 12	Salida de la bomba 3	AGUA	998	8,94E-04	0,979	0,155
TRAMO 13	Línea de conducción final	AGUA	998	8,94E-04	1,723	0,203

TUBERÍAS	TRAMO	FLUIDO	Re	f	L (m)	h_f (m)
TRAMO 1	Descarga del tanque 1	AGUA	3,06E+05	0,015	34,99	0,035
TRAMO 2	Entrada a bomba 1	AGUA	1,95E+05	0,018	3,84	0,013
TRAMO 3	Salida bomba 1	AGUA	2,54E+05	0,017	9,13	0,110
TRAMO 4	Línea conducción D1	AGUA	2,56E+05	0,017	6,30	0,079
TRAMO 5	Descarga del tanque 2	AGUA	3,06E+05	0,016	55,83	0,059
TRAMO 6	Entrada a bomba 2	AGUA	1,95E+05	0,018	2,67	0,009
TRAMO 7	Salida bomba 2	AGUA	2,54E+05	0,017	3,54	0,043
TRAMO 8	Descarga Filtros	AGUA	1,75E+05	0,018	7,58	0,021
TRAMO 9	Entrada DP	AGUA	2,75E+05	0,015	39,06	0,031
TRAMO 10	Descarga del tanque 3	AGUA	2,60E+05	0,016	11,91	0,019
TRAMO 11	Entrada a la bomba 3	AGUA	1,30E+05	0,018	4,04	0,006
TRAMO 12	Salida de la bomba 3	AGUA	1,70E+05	0,018	4,43	0,025
TRAMO 13	Línea de conducción final	AGUA	3,90E+05	0,016	25,12	0,300

Tabla 14 Cálculo de pérdidas singulares por tramo

TUBERÍAS	TRAMO	h válvula comp	h válvula reten	h codos	h TE	h reductor	h _s (m)
TRAMO 1	Descarga del tanque 1	0,000	0,000	0,077	0,041	0,000	0,117
TRAMO 2	Entrada a bomba 1	0,006	0,000	0,000	0,000	0,007	0,014
TRAMO 3	Salida bomba 1	0,019	0,440	0,165	0,000	0,034	0,658
TRAMO 4	Línea conducción D1	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,170
TRAMO 5	Descarga del tanque 2	0,000	0,000	0,038	0,082	0,000	0,120
TRAMO 6	Entrada a bomba 2	0,006	0,000	0,000	0,000	0,021	0,028
TRAMO 7	Salida bomba 2	0,019	0,440	0,165	0,000	0,034	0,658
TRAMO 8	Descarga Filtros	0,000	0,000	0,092	0,000	0,000	0,092
TRAMO 9	Entrada DP	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000	0,033
TRAMO 10	Descarga del tanque 3	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000	0,060
TRAMO 11	Entrada a la bomba 3	0,003	0,000	0,000	0,000	0,009	0,012
TRAMO 12	Salida de la bomba 3	0,008	0,196	0,147	0,000	0,015	0,366
TRAMO 13	Línea de conducción final	0,000	0,000	0,000	0,303	0,000	0,303

Tabla 15 Resumen de pérdidas totales por tramo

TUBERÍAS	TRAMO	FLUIDO	h totales (m)
TRAMO 1	Descarga del tanque 1	AGUA	0,152
TRAMO 2	Entrada a bomba 1	AGUA	0,027
TRAMO 3	Salida bomba 1	AGUA	0,768
TRAMO 4	Línea conducción D1	AGUA	0,249
TRAMO 5	Descarga del tanque 2	AGUA	0,179
TRAMO 6	Entrada a bomba 2	AGUA	0,037
TRAMO 7	Salida bomba 2	AGUA	0,700
TRAMO 8	Descarga Filtros	AGUA	0,112
TRAMO 9	Entrada DP	AGUA	0,064
TRAMO 10	Descarga del tanque 3	AGUA	0,079
TRAMO 11	Entrada a la bomba 3	AGUA	0,018
TRAMO 12	Salida de la bomba 3	AGUA	0,391
TRAMO 13	Línea de conducción final	AGUA	0,603

2.4.2 Selección de bomba en el catálogo.

Una bomba hidráulica es una máquina que transforma la energía con la que se acciona (generalmente energía mecánica) en energía al fluido incompresible (las variaciones de densidad son pequeñas y pueden despreciarse) que mueve. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según la ecuación de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Dependiendo del producto a impulsar, se tendrán que elegir unas bombas u otras. En este proyecto se eligen **bombas centrífugas** (las más comunes), perfectamente válidas para la impulsión del fluido usado en el proceso.

Para seleccionar una bomba centrífuga adecuada a partir de un catálogo, es necesario realizar un cálculo teórico considerando el caudal (Q) y la altura manométrica total (H_m). El proceso es el siguiente, que se explicará de forma análoga al apartado anterior poniendo un ejemplo con el tramo de la primera batería de bombas (que comprende desde los tramos 1 al 4).

- **Determinar la altura manométrica (H_m)**

El método para calcular la altura manométrica de un fluido en sistemas hidráulicos generalmente se basa en la Ecuación de Bernoulli y en la Ecuación General de la Energía para fluidos en movimiento. Para calcular la altura manométrica total, se sigue la siguiente fórmula:

$$H_m = H_g + P_c + \frac{(P_i - P_a)}{\gamma}$$

Donde:

- H_g = Altura geométrica (diferencia de nivel entre el punto más bajo de aspiración y el punto más alto de impulsión).
- P_c = Pérdidas de carga total en tuberías.
- $P_i - P_a$ = Diferencia de presión entre la impulsión y la aspiración.
- γ = Peso específico del líquido (para agua, es 1 kg/L o 9.81 kN/m³).

$$H_m = 15,86 + 1,154 = 17,014 \text{ m}$$

Se ha supuesto que la presión de impulsión y aspiración son iguales, por lo que el tercer término queda despreciable

- **Determinar la potencia hidráulica (P_h)**

La potencia hidráulica es la energía necesaria para mover el agua y se calcula con la ecuación:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m$$

Donde:

- ρ = densidad del agua (1000 kg/m³ para agua a 4°C)
- g = gravedad (9.81 m/s²)
- Q = caudal en m³/s
- H_m = altura manométrica total en metros

El resultado se obtiene en vatios (W) y puede convertirse a kilovatios (kW) dividiendo entre 1000.

$$P_h = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,028 \cdot 17,014 = 4,60 \text{ kW}$$

- **Determinar la potencia del motor (P_m)**

Dado que las bombas no tienen eficiencia del 100%, se debe considerar el rendimiento de la bomba (η , expresado en porcentaje o decimal) para calcular la potencia requerida del motor:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta}$$

Donde:

- La eficiencia (η) se obtiene del catálogo del fabricante y generalmente varía entre 60% y 90% dependiendo del modelo.

$$P_m = \frac{4,60}{0,73} = 6,2 \text{ kW} = 8,4 \text{ CV}$$

- **Selección de la bomba en el catálogo**

Conociendo el caudal (Q), la altura manométrica total (H_m) y la potencia del motor requerida (P_m):

- Se busca una bomba centrífuga en el catálogo (*Bombas Ideal. 2024*) cuya curva de rendimiento incluya los valores de Q y H_m . [Ver Ilustración 3]
- Se elige una bomba que trabaje en su zona de mayor eficiencia. [Ver Ilustración 4 e Ilustración 5]
- Se verifica que la potencia del motor (P_m) sea suficiente para evitar sobrecarga.
- Si hay varias opciones, se selecciona la de mayor eficiencia para optimizar el consumo energético.

Electrobombas horizontales norma DIN 24255



Ilustración 3 Modelo de bombas centrífugas horizontales. General

Tipo	Motor P2		l/min m³/h	833	1000	1167	1333	1500	1667	1833	2000	2333	2667	3000	3333	3667	3917	
	KW	HP		50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	235	
RNI 100/20	3	4	m.c.a.	9,8	9,6	9,4	9,2	8,9	8,4	8	7,3	5,5						
RNI 100/20	4	5,5		11,3	11,2	11	10,8	10,5	10,1	9,7	9,2	8						
RNI 100/20	4	5,5		12,9	12,8	12,5	12,3	12,1	11,8	11,3	10,9	9,6	8,2					
RNI 100/20	5,5	7,5		14,4	14,3	14,1	14	13,7	13,4	13	12,7	11,6	10,5	9				
RNI 100/20	7,5	10		15,9	15,8	15,6	15,4	15,2	15	14,7	14,2	13,4	12,4	11				
RNI 100/26H	5,5	7,5				14	13,8	13,5	12,6	12,4	11,8	10,5	8,5	6,5				
RNI 100/26H	7,5	10				17	16,5	16,2	16	15,6	15	13,8	12	10,2				
RNI 100/26H	11	15				20	19,5	19	18,5	18,3	18	16,5	15,5	13,5	11,5	8,5		
RNI 100/26H	15	20				22,5	22,2	22	21,5	21	20,8	19,9	18,2	17	14,9	12,5		
RNI 100/26H	15	20				25,5	25,2	25	24,3	23,8	23,6	22,6	21,5	20	17,7	16	12	
RNI 100/32	11	15					20	19	17,5	16	13,5							
RNI 100/32	15	20					23,5	23	22	20,5	18							
RNI 100/32	18,5	25					30,2	30	29	28	26	23,5	18					
RNI 100/32	22	30					37,4	37	36,8	36	35,3	33	30	25				
RNI 100/40	15	20					32	31,5	30	28	26,3							
RNI 100/40	22	30					40,5	39,5	38	37,5	36	32						
RNI 100/40	30	40					49,2	48,5	48	47	46	43	38,5	32				
RNI 100/40	37	50					58,3	58	57,3	56,5	56	53	50,5	46,5	40			

Ilustración 4 Datos de servicio. RNI 100/26h con Q = 100 m3/h y H = 18,5 m. Bomba elegida.

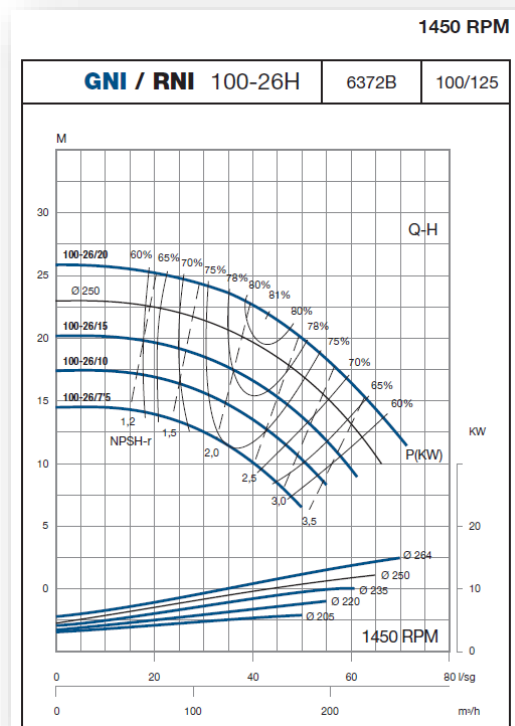


Ilustración 5 Curva características de la bomba. RNI 100/26h

A continuación, se muestran subrayadas en amarillo las bombas elegidas con sus características, facilitadas por el fabricante en la **Tabla 16**

Tabla 16 Cuadro características teóricas para elección de bombas

	Nombre	Tramo	Q (m³/s)	H _m (m)	P _h (KW)	η	P _m (kW)	P _m (HP)
	RNI 80/26h	1-4	0,028	17,014	4,6	0,74	6,2	8,4

BATERÍA BOMBAS 1	RNI 80/32H		0,028	17,014	4,6	0,675	6,8	9,2
	*RNI 100/26h		0,028	17,014	4,6	0,725	6,4	8,5
	RNI 125/26		0,028	17,014	4,6	0,6	7,7	10,3
BATERÍA BOMBAS 2	RNI 80/16	5-9	0,028	3,975	1,1	0,85	1,3	1,7
	RNI 100/20		0,028	3,975	1,1	0,75	1,4	1,9
BATERÍA BOMBAS 3	RNI 65/16	10-13	0,019	1,120	0,2	0,75	0,3	0,4
	**RNI 80/16		0,019	1,120	0,2	0,75	0,3	0,4
	RNI 100/20		0,019	1,120	0,2	0,65	0,3	0,4

*En la batería de bombas 1 se ha elegido la segunda con mejor rendimiento, por temas relacionados con las dimensiones de la boquilla de aspiración e impulsión en el diseño del modelo 3D.
**En la batería de bombas 3 se ha elegido la RNI 80/16 por delante de la RNI 65/16 por la misma razón.

Tabla 17 Datos de intercambiabilidad dados por el fabricante donde aparecen las bombas elegidas.

TIPO TYPE	INTERCAMBIABILIDAD INTERCHANGEABILITY			BRIDAS FLANGES BRIDE		RODETE Ø MAX. mm. IMPELLER Ø MAX. mm. ROUE Ø MAX. mm.	LIMITE VELOCIDAD RPM SPEED LIMIT RPM VITESSE MAX. T/psn	N/n directo KW/RPM N/n direct KW/RPM N/n direct KW/RPM	RODAMIENTOS BEARINGS ROULEMENTS		MAX. (105°C)		Peso neto eje/libre Kg Net weight free shaft Kg Poids net arbre nu Kg
	TAPA CUERPO COVER COUVERCLE	SOPORTE BRACKET SUPPORT	CIERRE MECANICO MECHANICAL SEAL GAMITURE MECHANIQUE	ASP mm. SUC mm. ASP mm.	IMP mm. DISC mm. REF mm.				ANT. FRONT AVANT	POST. BACK ARRIERE	Pt BAR	Pp BAR	
RNI 32-13				50	32	139	3600	0,012	6305	6305	16	24	28
RNI 40-13	25-13-1	N-25A	Ø 24(1)	65	40	139	3600	0,012	6305	6305	16	24	30
RNI 50-13				65	50	139	3600	0,012	6305	6305	16	24	34
RNI 65-13				80	65	139	3600	0,012	6305	6305	16	24	39
RNI 32-16				50	32	174	3600	0,012	6305	6305	16	24	35
RNI 40-16	25-16-2	N-25B	Ø 24(1)	65	40	175	3600	0,012	6305	6305	16	24	36
RNI 50-16				65	50	174	3600	0,012	6305	6305	16	24	38
RNI 65-16				80	65	174	3600	0,012	6305	6305	16	24	43
RNI 80-16				100	80	174	2900	0,012	6305	6305	16	24	54
RNI 32-20				50	32	214	3600	0,012	6305	6305	16	24	41
RNI 40-20	25-20-3	N-25A	Ø 24(1)	65	40	214	3600	0,012	6305	6305	16	24	44
RNI 50-20				65	50	214	3600	0,012	6305	6305	16	24	46
RNI 65-20				80	65	214	3000	0,012	6305	6305	16	24	70
RNI 32-26				50	32	264	3000	0,012	6305	6305	16	24	59
RNI 40-26h	25-26-4	N-25B	Ø 24(1)	65	40	264	3000	0,012	3305	6305	16	24	61
RNI 50-26h				65	50	264	3000	0,012	3305	6305	16	24	63
RNI 80-20				100	80	214	3600	0,032	6307	6307	16	24	70
RNI 100-20	35-20-5	N-35		125	100	214	2900	0,032	6307	6307	16	24	85
RNI 125-20				150	125	214	3000	0,032	6307	6307	16	24	106
RNI 150-20	35-20-5G	N-35G		200	150	220	1760	0,032	6307	6307	16	21	156
RNI 65-26h	35-26-6	N-35	Ø 32(1)	80	65	264	3000	0,032	3307	6307	16	24	81
RNI 80-26h				100	80	264	3000	0,032	3307	6307	16	24	91
RNI 100-26H				125	100	264	3000	0,032	3307	3307	16	24	106
RNI 125-26	35-26-7			150	125	264	1760	0,032	6307	6307	16	21	115

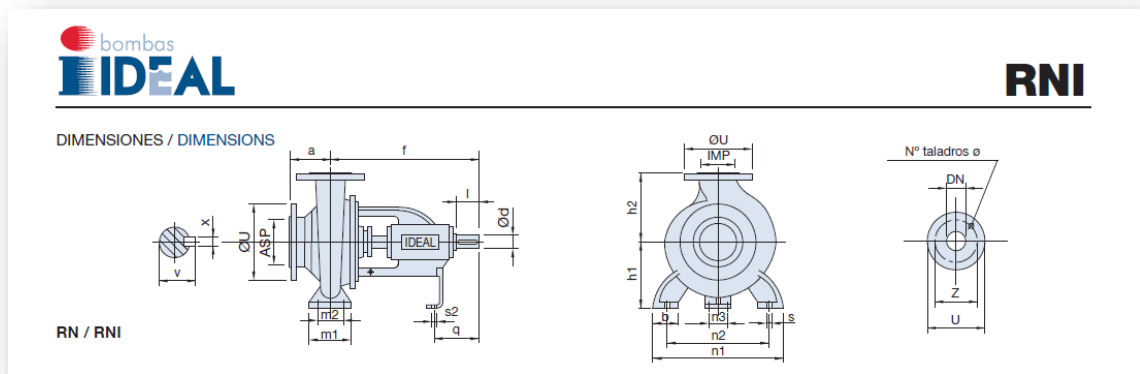


Ilustración 6 Cotas de las dimensiones de la bomba
Tabla 18 Dimensiones bomba

TIPO TYPE	DIMENSIONES / DIMENSIONS - m.m.																ASP. / SUC.				IMP. / DEL.							
	a	f	h1	h2	b	m1	m2	n1	n2	n3	s	s2	d	l	q	p	v	x	DN	Z	U	N°	Ø	DN	Z	U	N°	Ø
RNI 32-13	80	360	112	140	50	100	70	190	140	100	14	14	24	50	93	•	27	8	50	125	165	4	18	32	100	140	4	18
RNI 32-16	80	360	132	160	50	100	70	240	190	100	14	14	24	50	93	•	27	8	50	125	165	4	18	32	100	140	4	18
RNI 32-20	80	360	160	180	50	100	70	240	190	110	14	14	24	50	93	•	27	8	50	125	165	4	18	32	100	140	4	18
RNI 32-26	100	360	180	225	65	125	95	320	250	110	14	14	24	50	93	•	27	8	50	125	165	4	18	32	100	140	4	18
RNI 40-13	80	360	112	140	50	100	70	210	160	100	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	40	110	150	4	18
RNI 40-16	80	360	132	160	50	100	70	240	190	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	40	110	150	4	18
RNI 40-20	100	360	160	180	50	100	70	265	212	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	40	110	150	4	18
RNI 40-26 h	100	360	180	225	65	125	95	320	250	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	40	110	150	4	18
RNI 40-32 H	100	470	200	225	65	125	95	345	280	110	14	14	32	80	128	•	35	10	65	145	185	4	18	40	110	150	4	18
RNI 50-13	100	360	132	160	50	100	70	240	190	100	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	50	125	165	4	18
RNI 50-16	100	360	160	180	50	100	70	265	212	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	50	125	165	4	18
RNI 50-20	100	360	160	200	50	100	70	265	212	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	50	125	165	4	18
RNI 50-26 h	100	360	180	225	65	125	95	320	250	110	14	14	24	50	93	•	27	8	65	145	185	4	18	50	125	165	4	18
RNI 50-32 H	125	470	225	280	65	125	95	345	280	110	14	14	32	80	128	•	35	10	65	145	185	4	18	50	125	165	4	18
RNI 65-13	100	360	160	180	65	125	95	280	212	110	14	14	24	50	93	•	27	8	80	160	200	8	18	65	145	185	4	18
RNI 65-16	100	360	160	200	65	125	95	280	212	110	14	14	24	50	93	•	27	8	80	160	200	8	18	65	145	185	4	18
RNI 65-20	100	360	180	225	65	125	95	320	250	110	14	14	24	50	93	•	27	8	80	160	200	8	18	65	145	185	4	18
RNI 65-26 h	100	470	200	250	80	160	120	360	280	110	17,5	14	32	80	128	•	35	10	80	160	200	8	18	65	145	185	4	18
RNI 65-32 H	125	470	225	280	80	160	120	400	315	110	17,5	14	32	80	128	•	35	10	80	160	200	8	18	65	145	185	4	18
RNI 80-16	125	360	180	225	65	125	95	320	250	110	14	14	24	50	93	•	27	8	100	180	220	8	18	80	160	200	8	18
RNI 80-20	125	470	180	250	65	125	95	345	280	110	14	14	32	80	128	•	35	10	100	180	220	8	18	80	160	200	8	18
RNI 80-26 h	125	470	200	280	85	160	120	400	315	110	18	14	32	80	128	•	35	10	100	180	220	8	18	80	160	200	8	18
RNI 80-32 H	125	470	250	315	80	160	120	400	315	110	18	14	32	80	128	•	35	10	100	180	220	8	18	80	160	200	8	18
RNI 80-40	125	530	280	355	80	160	120	440	355	110	18	14	42	110	162	•	45	12	100	180	220	8	18	80	160	200	8	18
RNI 100-20	125	470	200	280	80	160	120	300	280	110	18	14	32	80	128	•	35	10	125	210	250	8	18	100	180	220	8	18
RNI 100-26 H	140	470	225	280	85	160	120	400	315	110	18	14	32	80	128	•	35	10	125	210	250	8	18	100	180	220	8	18

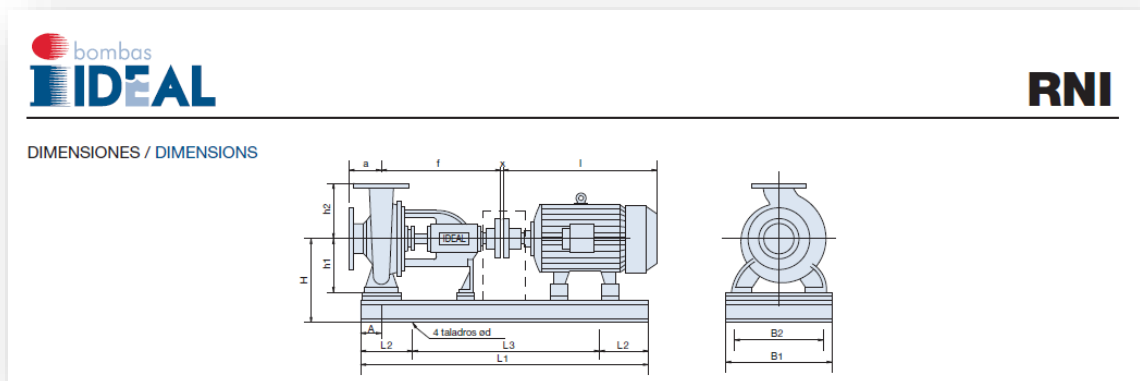


Ilustración 7 Cota de dimensiones con bancada (bomba + motor)

Tabla 19 Carcasa de motor

CARCASA MOTOR FRAME		71 M	80 M	90 S	90 L	100 L	112 M	132 S	132 M	160 M	160 L	180 M	180 L	200 L	225 S	225 M	250 S	250 M	280 S	280 M	315 S	315 M
IP 54	2900		1-1,5	2	3	4	5,5	7,5-10		15-20	25	30		40-50		60		75	100	125	150	175
	1450		0,75-1	1,5	2	3-4	5,5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60		75	100	125	150	175

Tabla 20 Dimensiones bancada (bomba + motor)

TIPO TYPE	Motor	CV (HP)		DIMENSIONES / DIMENSIONS																Kg	Distanciador / Spacer		
		1500 RPM	3000 RPM	a	f	x	l	A	L1	L2	L3	B1	B2	d	H	h1	h2	ASP	IMP		X	L3	L1
RNI 65-32 H	132 S	7,5	*	125	470	5	450	90	1000	170	660	430	400	18	343	225	280	80	65	261	145	800	1140
	132 M	10	*	125	470	5	480	90	1000	170	660	430	400	18	343	225	280	80	65	266	145	800	1140
	160 M	15	*	125	470	5	600	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	80	65	326	145	940	1340
	160 L	20	*	125	470	5	640	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	80	65	336	145	940	1340
	250 M	*	75	125	470	5	930	90	1400	230	940	600	560	23	388	225	280	80	65	666	145	1080	1540
	280 S	*	100	125	470	5	990	90	1400	230	940	600	560	23	418	225	280	80	65	816	145	1080	1540
280 M	*	125	125	470	5	1040	90	1400	230	940	600	560	23	418	225	280	80	65	866	145	1080	1540	
RNI 80-16	90 S	1,5	*	125	360	5	310	75	800	130	540	340	310	18	278	180	225	100	80	119	145	680	940
	90 L	2	*	125	360	5	330	75	800	130	540	340	310	18	278	180	225	100	80	123	145	680	940
	100 L	3-4	*	125	360	5	370	75	800	130	540	340	310	18	278	180	225	100	80	131	145	680	940
	160 M	*	15-20	125	360	5	600	75	1000	170	660	340	310	18	278	180	225	100	80	248	145	800	1140
	160 L	*	25-30	125	360	5	640	75	1000	170	660	340	310	18	278	180	225	100	80	258	145	800	1140
	180 M	*	30	125	360	5	680	75	1000	170	660	340	310	18	278	180	225	100	80	283	145	800	1140
200 L	*	40-50	125	360	5	800	75	1200	200	800	430	400	18	278	180	225	100	80	348	145	940	1340	

RNI 100-26 H	132 S	7,5	*	140	470	5	450	90	1000	170	660	430	400	18	343	225	280	125	100	257	145	800	1140
	132 M	10	*	140	470	5	480	90	1000	170	660	430	400	18	343	225	280	125	100	262	145	800	1140
	160 M	15	*	140	470	5	600	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	125	100	322	145	940	1340
	160 L	20-25	*	140	470	5	640	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	125	100	332	145	940	1340
	180 M	30	*	140	470	5	680	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	125	100	357	145	940	1340
	200 M	*	60	140	470	5	770	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	125	100	437	145	940	1340
	200 L	*	40-50-70	140	470	5	800	90	1200	200	800	430	400	18	343	225	280	125	100	447	145	940	1340
	225 M	*	60-100	140	470	5	840	90	1400	230	940	600	560	23	363	225	280	125	100	562	145	1080	1540
	250 S	*	125	140	470	5	880	90	1400	230	940	600	560	23	388	225	280	125	100	622	145	1080	1540

Tras elegir las bombas que cumplían los requisitos, se han recopilado algunas características de interés en la siguiente **Tabla 21**:

Tabla 21 Resumen de elección de bombas en la instalación de la planta

Batería	Nombre	Tramo	Q (m ³ /h)	Carcasa	Potencia Motor (CV)	η (%)	ASP (mm)	IMP (mm)
1	RNI 100/26h	1-4	100	132S	7,5	73	125	100
2	RNI 80/16	5-9	100	100L	4	85	100	80
3	RNI 80/16	10-13	66,67	90L	2	75	100	80

Proyecto de Instalación de Tuberías Principales de Agua en una ETAP

Planos

Volumen 4

Christian Cuartero Vidal

Proyecto tutelado por Ana Cristina Royo Sánchez
2024-2025



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

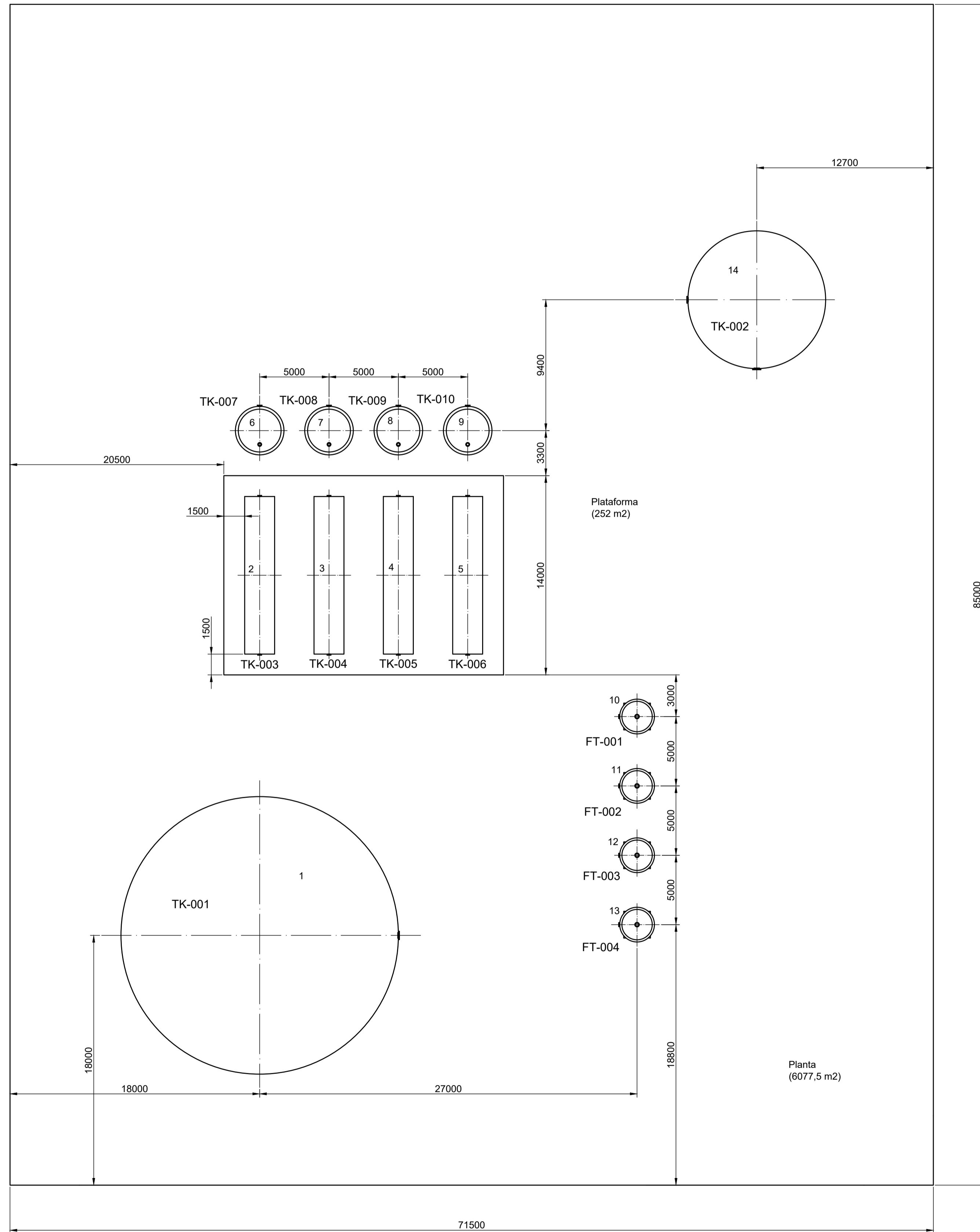
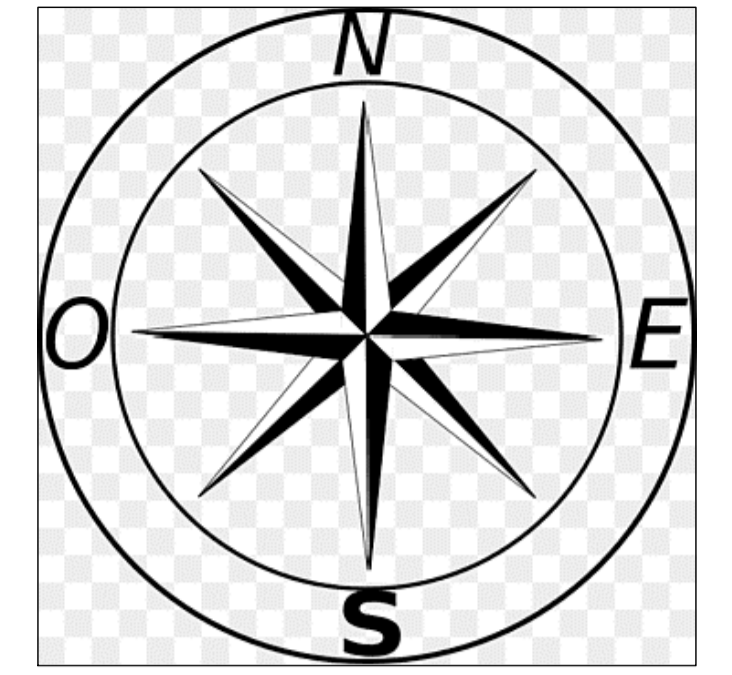


Universidad
Zaragoza

Índice

Plano de la Distribución de los Equipos en Planta	Nº de Plano 01
Plano de Distribución de Bombas en Planta	Nº de Plano 02
Plano de Distribución de Tuberías y Válvulas	Nº de Plano 03
Distribución de Tuberías - Vista Perfil Derecho	Nº de Plano 04
Distribución de Tuberías - Vista Posterior.....	Nº de Plano 05
Plano Isométrico Tramo 1	Nº de Plano 06
Plano Isométrico Tramo 2	Nº de Plano 07
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 006.....	Nº de Plano 08
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 007.....	Nº de Plano 09
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 008.....	Nº de Plano 10
Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 009.....	Nº de Plano 11
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 010.....	Nº de Plano 12
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 011.....	Nº de Plano 13
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 012.....	Nº de Plano 14
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 013.....	Nº de Plano 15
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 014.....	Nº de Plano 16
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 015.....	Nº de Plano 17
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 016.....	Nº de Plano 18
Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 017.....	Nº de Plano 19
Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018.....	Nº de Plano 20
Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018 (Codo).....	Nº de Plano 21
Plano Isométrico Tramo 6 - Línea 018 (2ª Parte).....	Nº de Plano 22
Plano Isométrico Tramo 6	Nº de Plano 23
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 023.....	Nº de Plano 24
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 024.....	Nº de Plano 25
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 025.....	Nº de Plano 26
Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 026.....	Nº de Plano 27
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 027.....	Nº de Plano 28
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 028.....	Nº de Plano 29
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 029.....	Nº de Plano 30
Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 030.....	Nº de Plano 31
Plano Isométrico Tramo 9	Nº de Plano 32

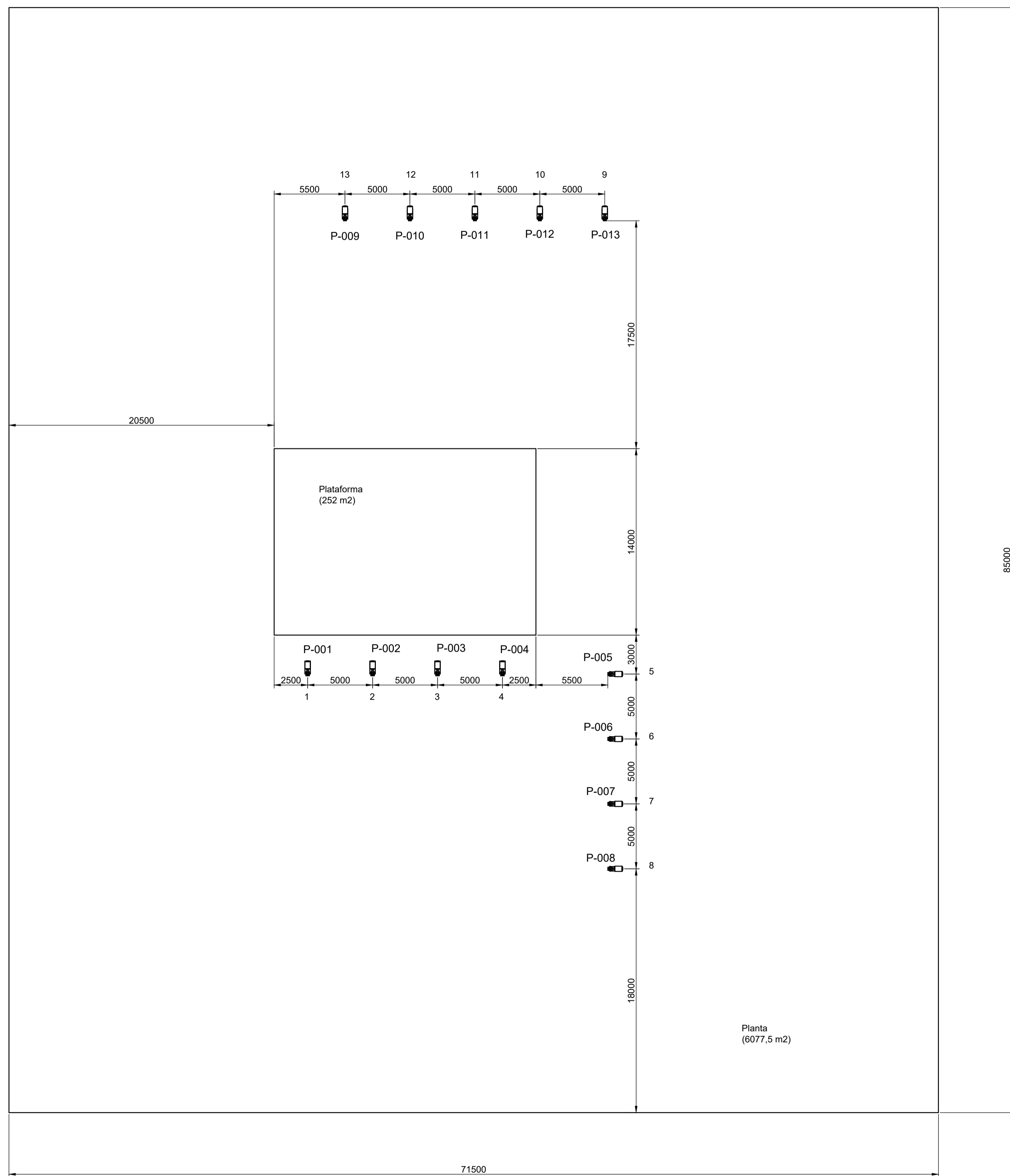
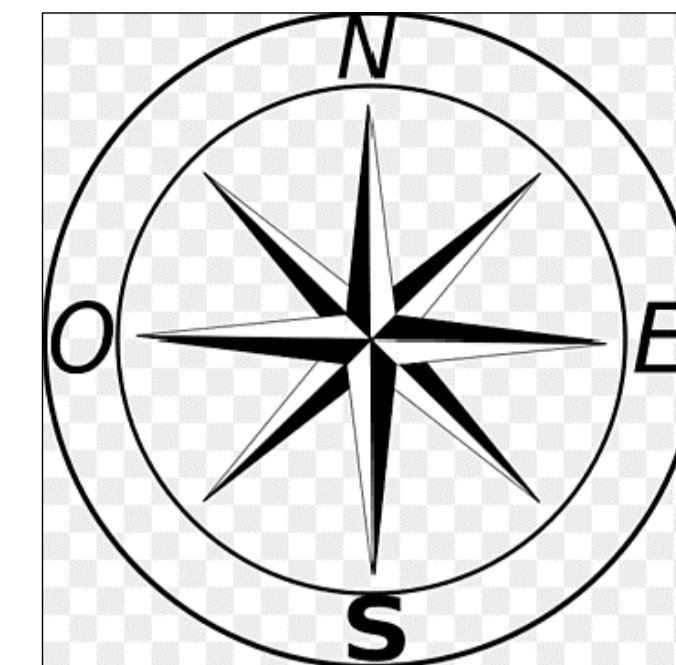
Plano Isométrico Tramo 10	Nº de Plano 33
Plano Isométrico Tramo 10 – Tramo 11.....	Nº de Plano 34
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 35
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 36
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 37
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 38
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 39
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 40
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 41
Plano Isométrico Tramo 12	Nº de Plano 42
Plano Isométrico Tramo 13	Nº de Plano 43
Diagrama de Flujo P&ID	Nº de Plano 44



Altura Plataforma: 4500 mm

14	1	Tanque de acero galvanizado con forma cilíndrica con un almacenamiento de 1413 m ³ . D = 9,93 m H = 4 m	TK-002
13			FT-004
12	4	Filtros tipo abierto con un lecho de arena de sílex de un metro de espesor de 2,8 m de altura y 2,5 m de diámetro.	FT-003
11			FT-002
10			FT-001
9	4	Tanque de retención de acero galvanizado con capacidad para 173,18 m ³ , dimensionados en 4,5 m de altura y 3,5 m de diámetro.	TK-010
8			TK-009
7			TK-008
6			TK-007
5	4	Decantador Lamelar de PRFV de la marca Trepovi con unas dimensiones de 11,36 m de largo, 2,165 m de ancho y 2,650 m de alto	TK-006
4			TK-005
3			TK-004
2			TK-003
1	1	Tanque de acero galvanizado con forma cilíndrica con un almacenamiento de 1413 m ³ . D = 20 m H = 4,5 m	TK-001
Marca	Cantidad	Descripción	Etiqueta

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	03/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escales	Título	Plano de la Distribución de los Equipos en Planta	Proyecto N°	TFG1DW
1:200	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías Principales en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	Documento N°	4
			Plano N°	01



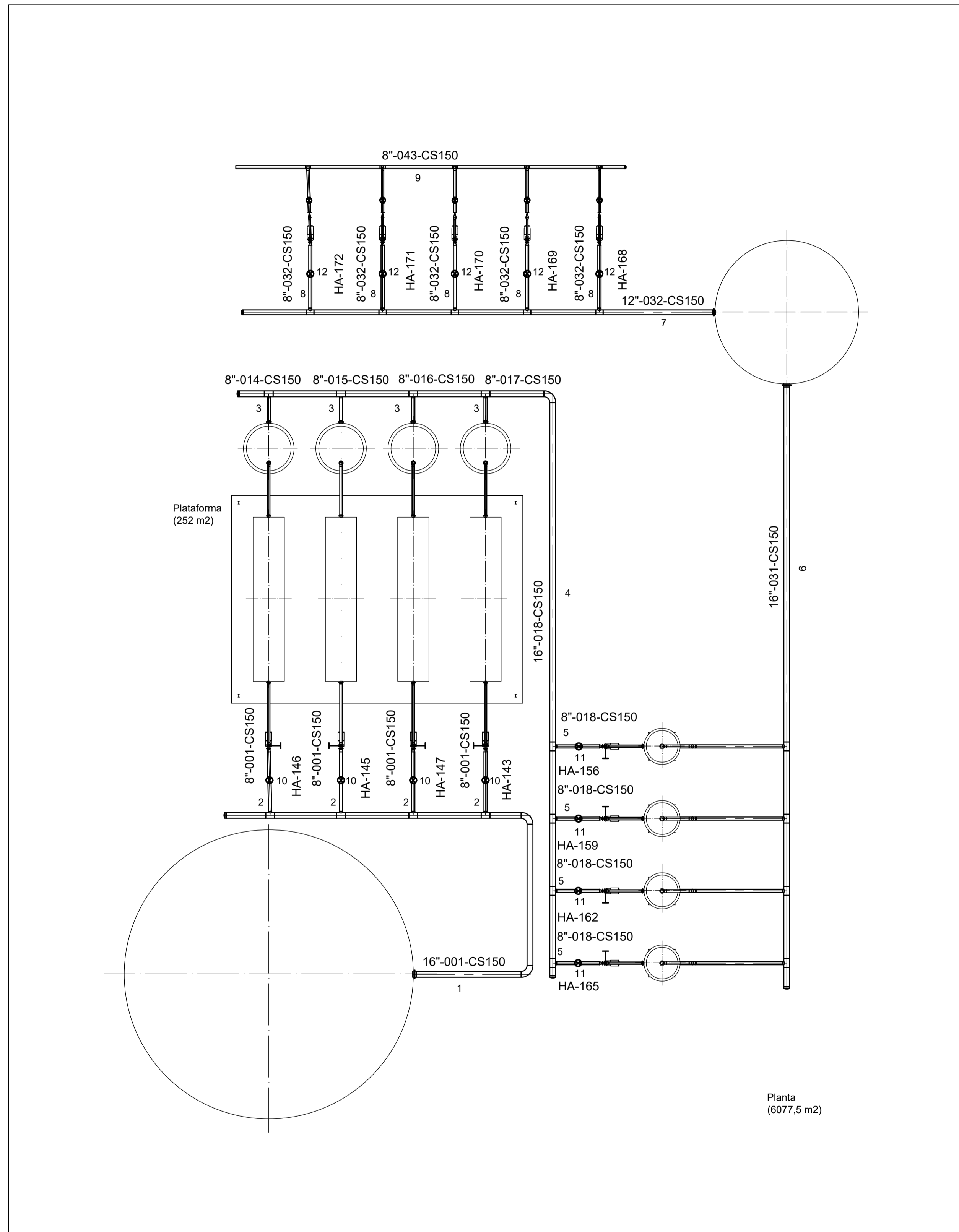
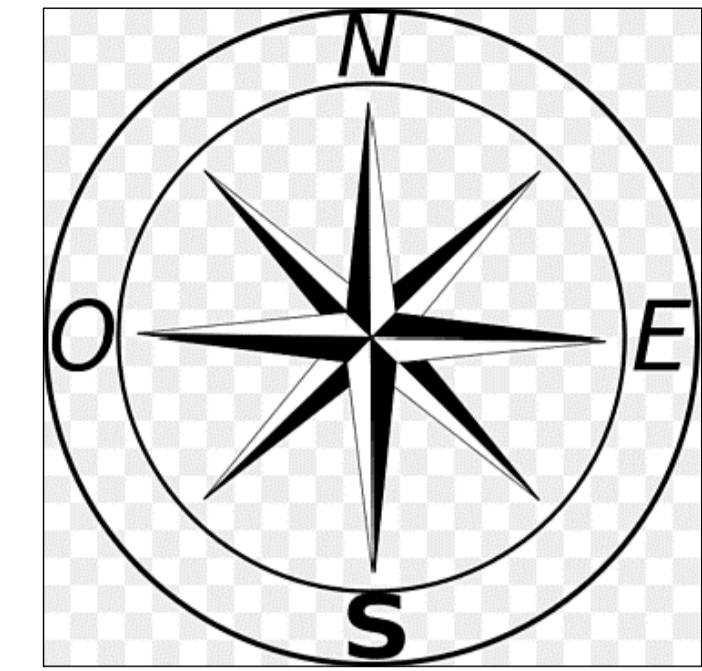
Altura Plataforma: 4500 mm

Marca	Cantidad	Descripción	Etiqueta
13	5	Bomba RNI 80/16 con una potencia nominal de 2 CV y un rendimiento del 75% que impulsa un caudal de 66,67 m³/h. Dimensiones de la bancada: L=800mm W=340mm H=503mm	P-009
12			P-010
11			P-011
10			P-012
9			P-013
8	4	Bomba RNI 80/16 con una potencia nominal de 4 CV y un rendimiento del 85% que impulsa un caudal de 100 m³/h. Dimensiones de la bancada: L=800mm W=340mm H=503mm	P-008
7			P-007
6			P-006
5			P-005
4	4	Bomba RNI 100/26H con una potencia nominal de 7,5 CV y un rendimiento del 73% que impulsa un caudal de 100 m³/h. Dimensiones de la bancada: L=1000mm W=430mm H=623mm	P-004
3			P-003
2			P-002
1			P-001

Fecha	Nombre	Firma:
03/25	Christian Cuartero Vidal	

Comprobado

Escala	Título	Proyecto N°	Documento N°	Plano N°
1:200	Plano de Distribución de Bombas en Planta	TFG1DW	4	02
	Proyecto Instalación de Tuberías Principales en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)			



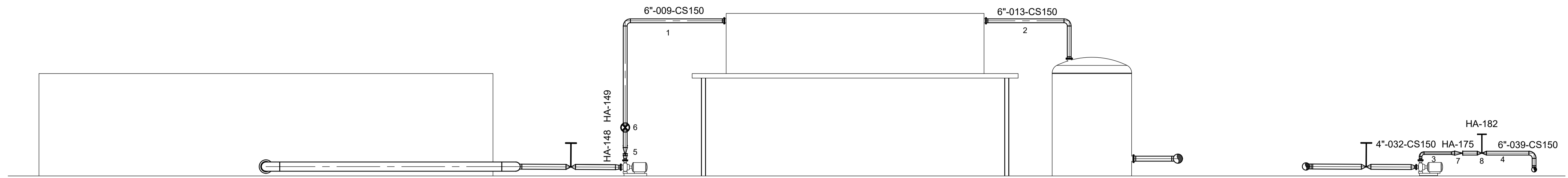
Altura Plataforma: 4500 mm
 CS: Acero al Carbono
 DW: Agua Potable

Item	Quantity	Description	Material	Tag	Service
12	1	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 8", 150 LB, Soldadura tope, ASME B16.10, 16 1/2" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=42", W=19 1/2"	CS150	HA-172	DW
	1			HA-171	DW
	1			HA-170	DW
	1			HA-169	DW
11	1	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 8", 150 LB, Soldadura tope, ASME B16.10, 16 1/2" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=42", W=19 1/2"	CS150	HA-165	DW
	1			HA-162	DW
	1			HA-159	DW
	1			HA-147	DW
10	1	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 8", 150 LB, Soldadura tope, ASME B16.10, 16 1/2" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=42", W=19 1/2"	CS150	HA-146	DW
	1			HA-145	DW
	1			HA-143	DW
	1			HA-143	DW
9	25124	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	043	DW
8	16176	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	032	DW
7	11914	Tubería Sin Costura, DN 12", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	032	DW
6	39057	Tubería Sin Costura, DN 16", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	031	DW
5	10684	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	018	DW
4	55835	Tubería Sin Costura, DN 16", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	018	DW
3	1587	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	017	DW
	1587			016	DW
	1587			015	DW
	1587			014	DW
2	15380	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	001	DW
1	34993	Tubería Sin Costura, DN 16", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	001	DW

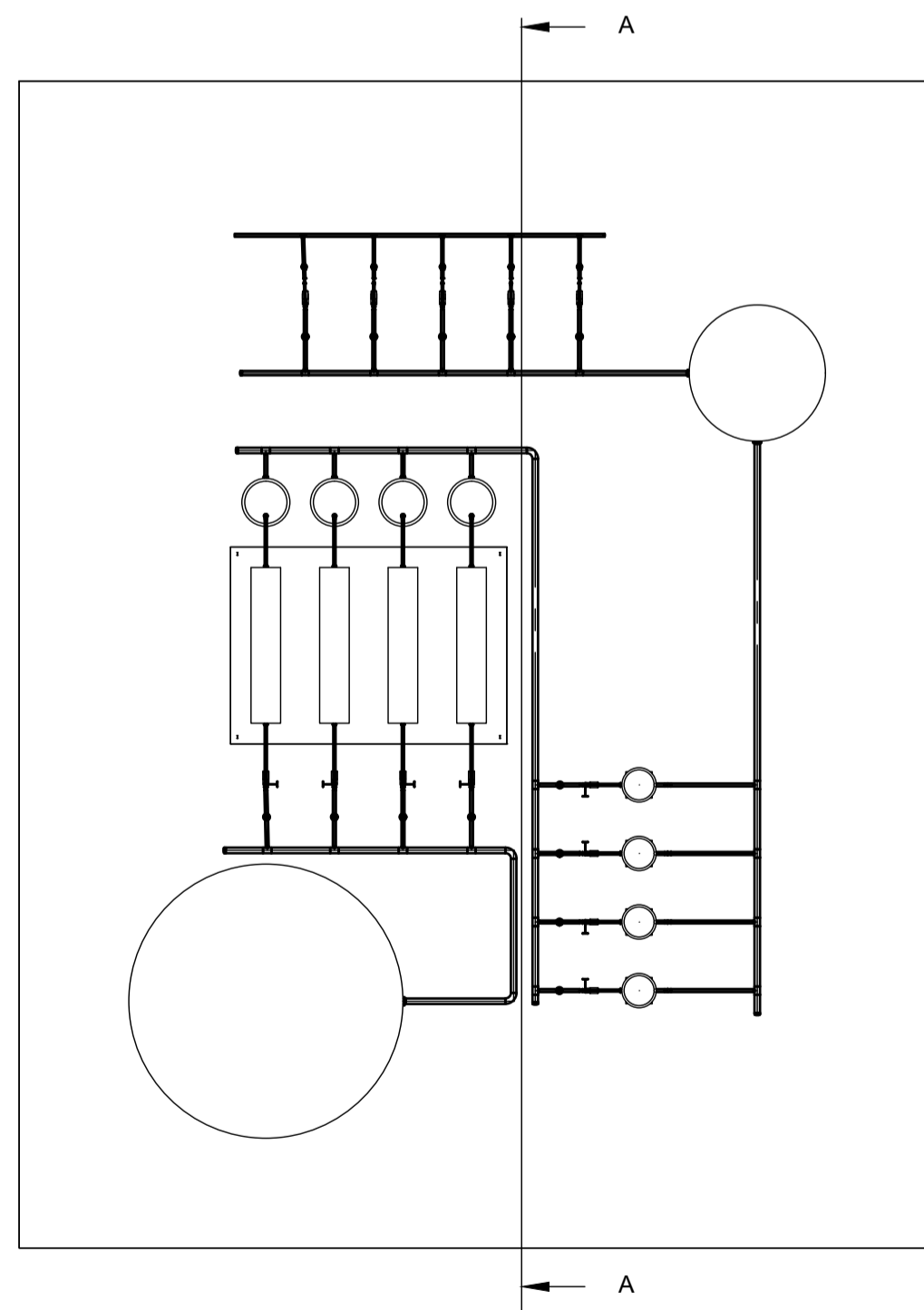
Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
03/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado			
Esca	Titulo		Proyecto N°
1:200	Plano de Distribución de Tuberías y Válvulas		TFG1DW
	Proyecto		Documento N°
	Proyecto de Instalación de Tuberías Principales en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		4
			Plano N°
			03

Vista A-A

N



Altura Plataforma: 4500 mm
 CS: Acero al Carbono
 DW: Agua Potable



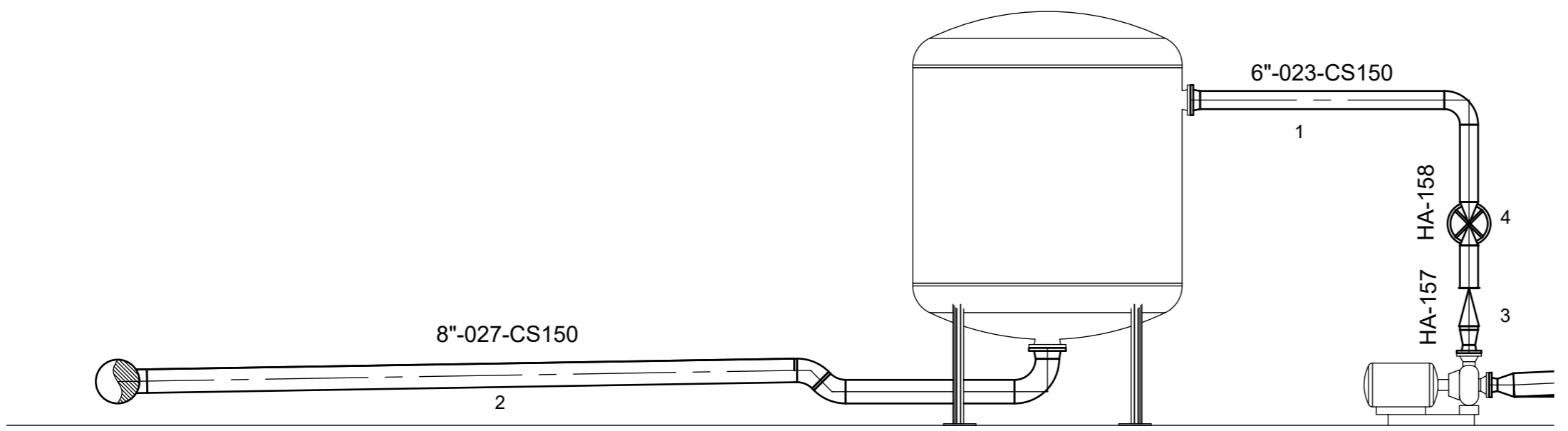
Marca	Cantidad	Descripción	Etiqueta	Servicio
CS150	5	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 15 22/25" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=33 1/4", W=15 3/4"	HA-182	DW
			HA-180	
			HA-178	
			HA-176	
			HA-174	
CS150	4	Válvula de retención, oscilante, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 14" Longitud, ASTM A216 GR WPB	HA-155	DW
			HA-153	
			HA-151	
			HA-149	
			HA-148	
CS150	4	Tubería Sin Costura, DN 6", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	042	DW
			041	
			040	
			039	
			038	
CS150	3	Tubería Sin Costura, DN 4", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	032	DW
			038	
			040	
			032	
			032	
CS150	2	Tubería Sin Costura, DN 6", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	013	DW
			012	
			011	
			010	
CS150	1	Tubería Sin Costura, DN 6", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	009	DW
			008	
			007	
			006	

Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
03/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado			Proyecto N° TFG1DW
Escala			Documento N° 4
1:100			Plano N° 04
Título			A1
Distribución de Tuberías Vista desde Perfil Dcho.			
Proyecto			
Proyecto de Instalación de Tuberías Principales en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)			

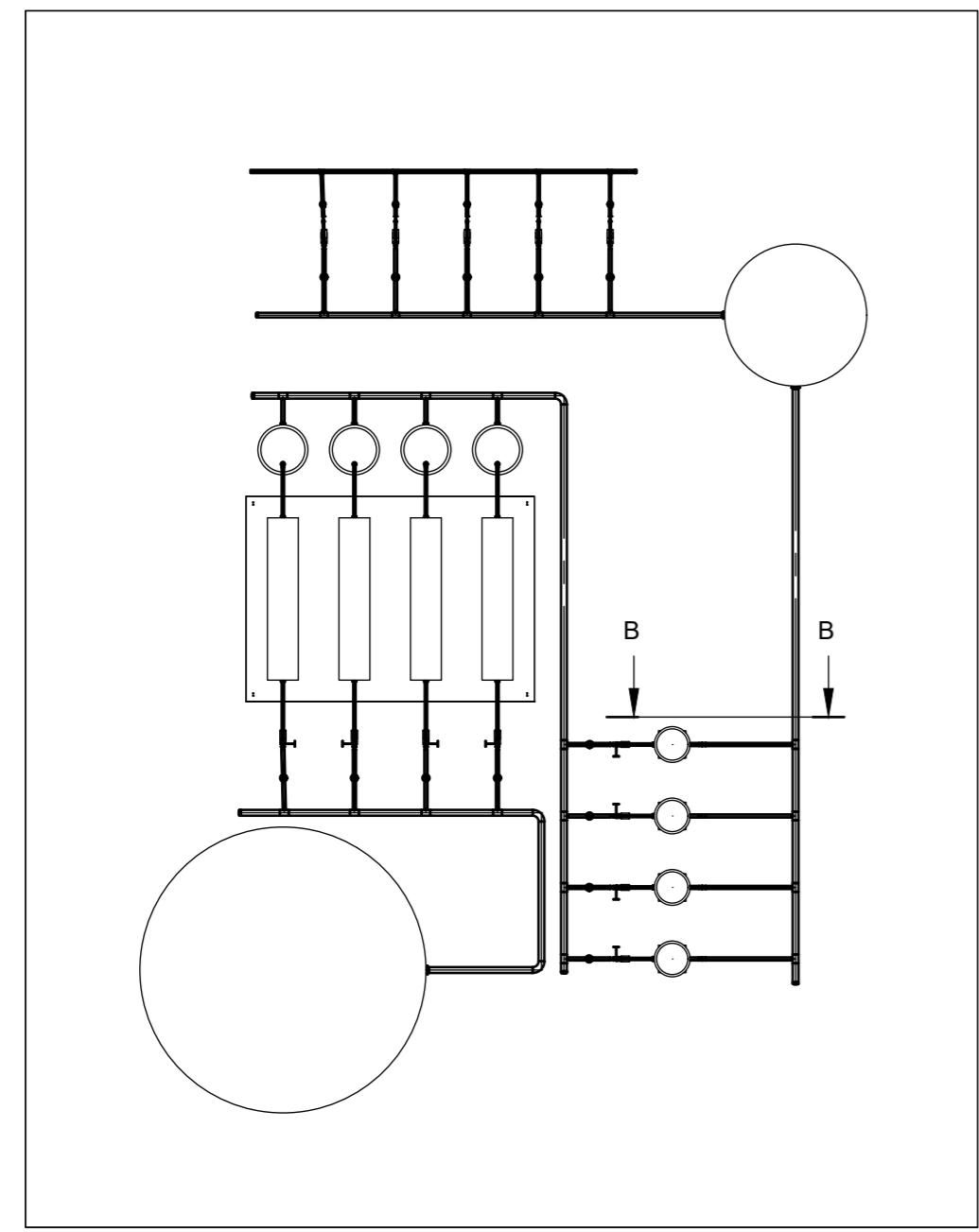
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12


A
B
C
D
E
F
G
H

Vista B-B



CS: Acero al Carbono
DW: Agua Potable

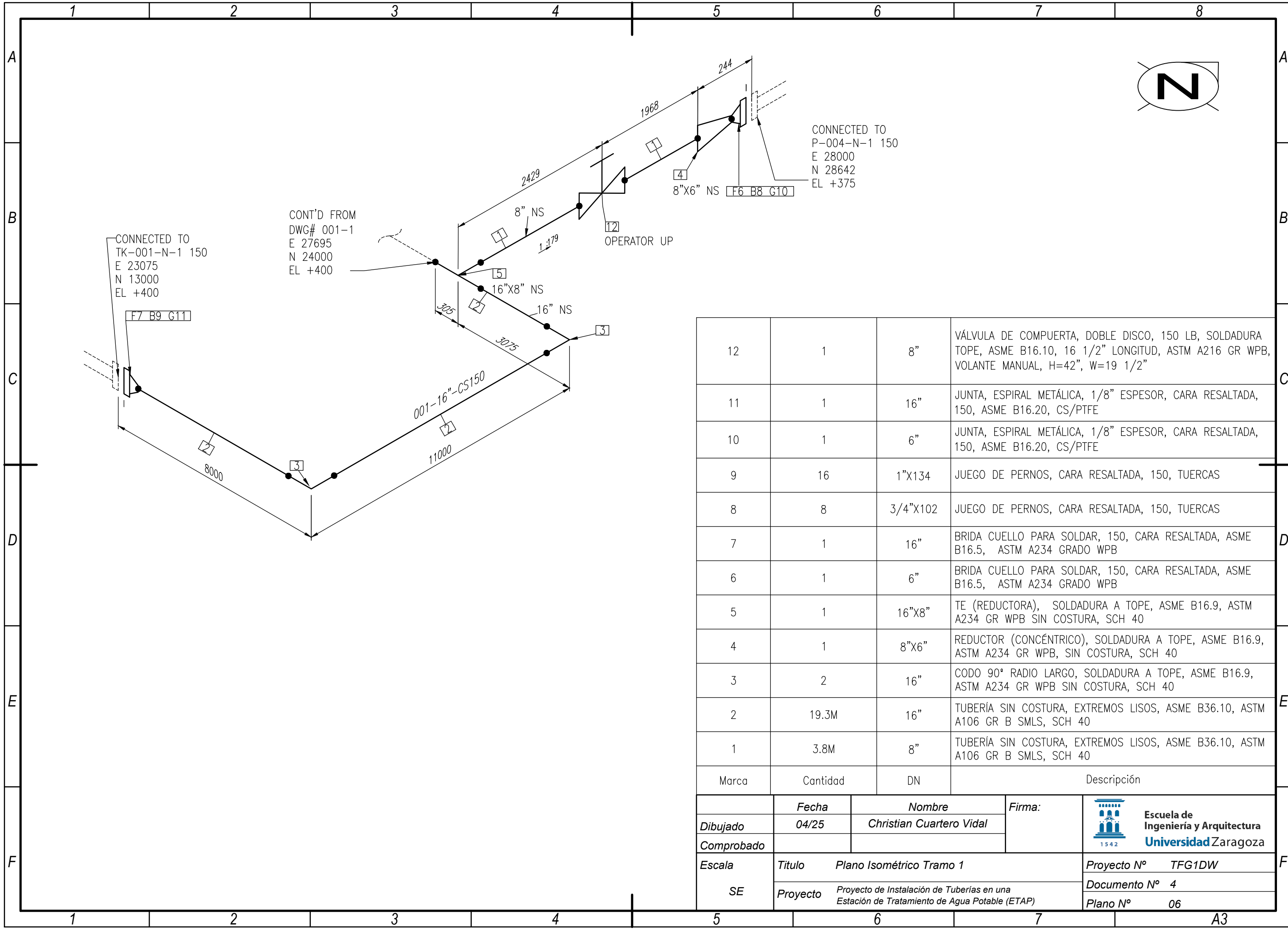


4	4	Válvula de Compuerta, Doble Disco, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 15 22/25" Longitud, ASTM A216 GR WPB, Volante Manual, H=33 1/4", W=15 3/4"	CS150	HA-167	DW	
				HA-164		
				HA-161		
				HA-158		
3	4	Válvula de retención, oscilante, DN 6", 150 LB, Soldadura tope ASME B16.10, 14" Longitud, ASTM A216 GR WPB	CS150	HA-166	DW	
				HA-163		
				HA-160		
				HA-157		
2	7577	Tubería Sin Costura, DN 8", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	030	DW	
	7577			029		
	7577			028		
	7577			027		
1	3541	Tubería Sin Costura, DN 6", Extremos Lisos, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	CS150	026	DW	
	3541			025		
	3541			024		
	3541			023		
Marca	Cantidad	Descripción		Etiqueta	Servicio	
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		
Comprobado	03/25	Christian Cuartero Vidal				
Escala	1:50	Titulo	Distribución de Tuberías Vista desde Atrás		Proyecto N°	TFG1DW
		Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías Principales en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N°	4
					Plano N°	5


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

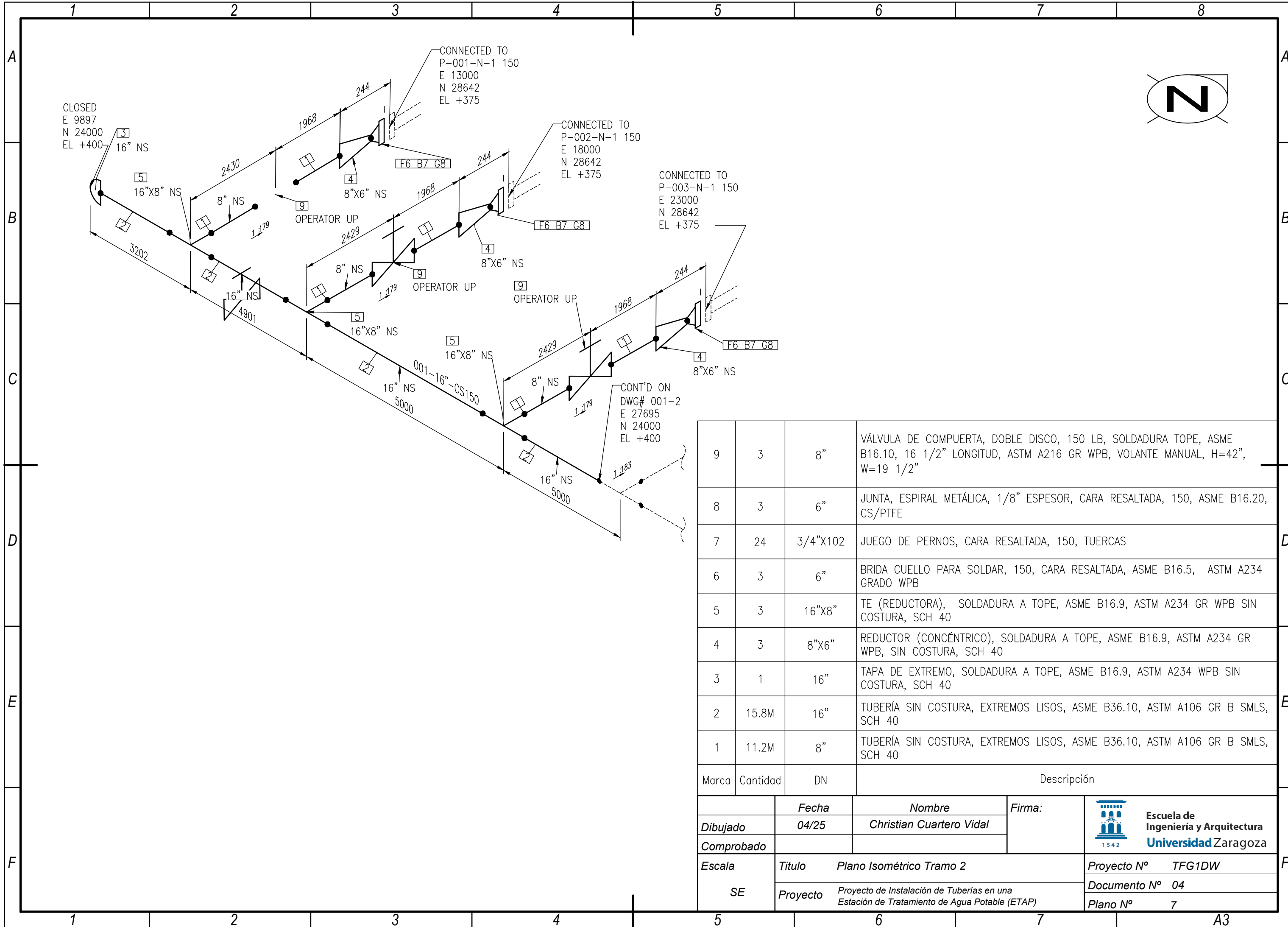
A
B
C
D
E
F
G
H

A2




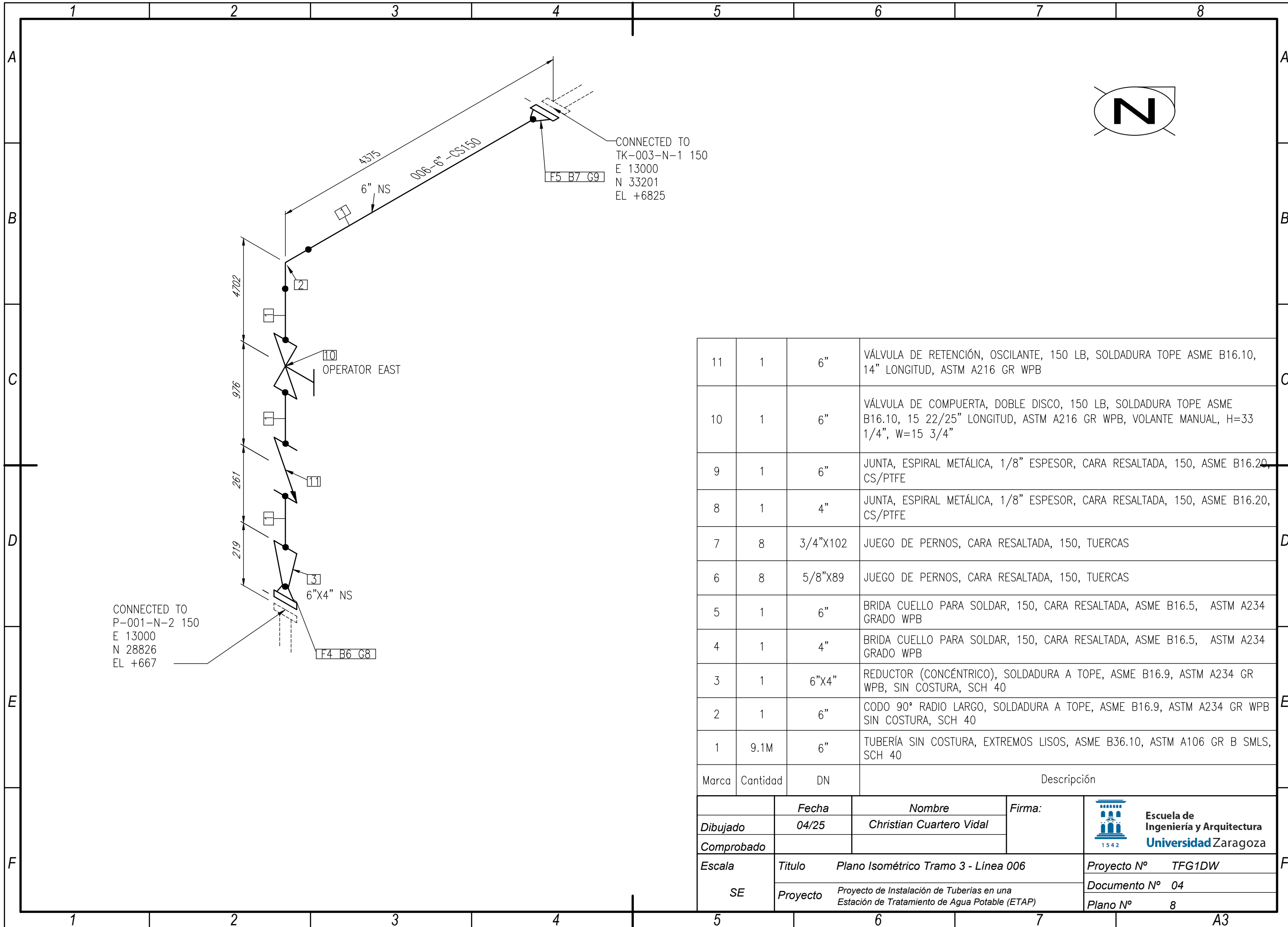
12	1	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
11	1	16"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
10	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
9	16	1"x134	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
8	8	3/4"x102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
7	1	16"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
6	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	1	16"x8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
4	1	8"x6"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
3	2	16"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	19.3M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	3.8M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 1		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 4
				Plano N° 06




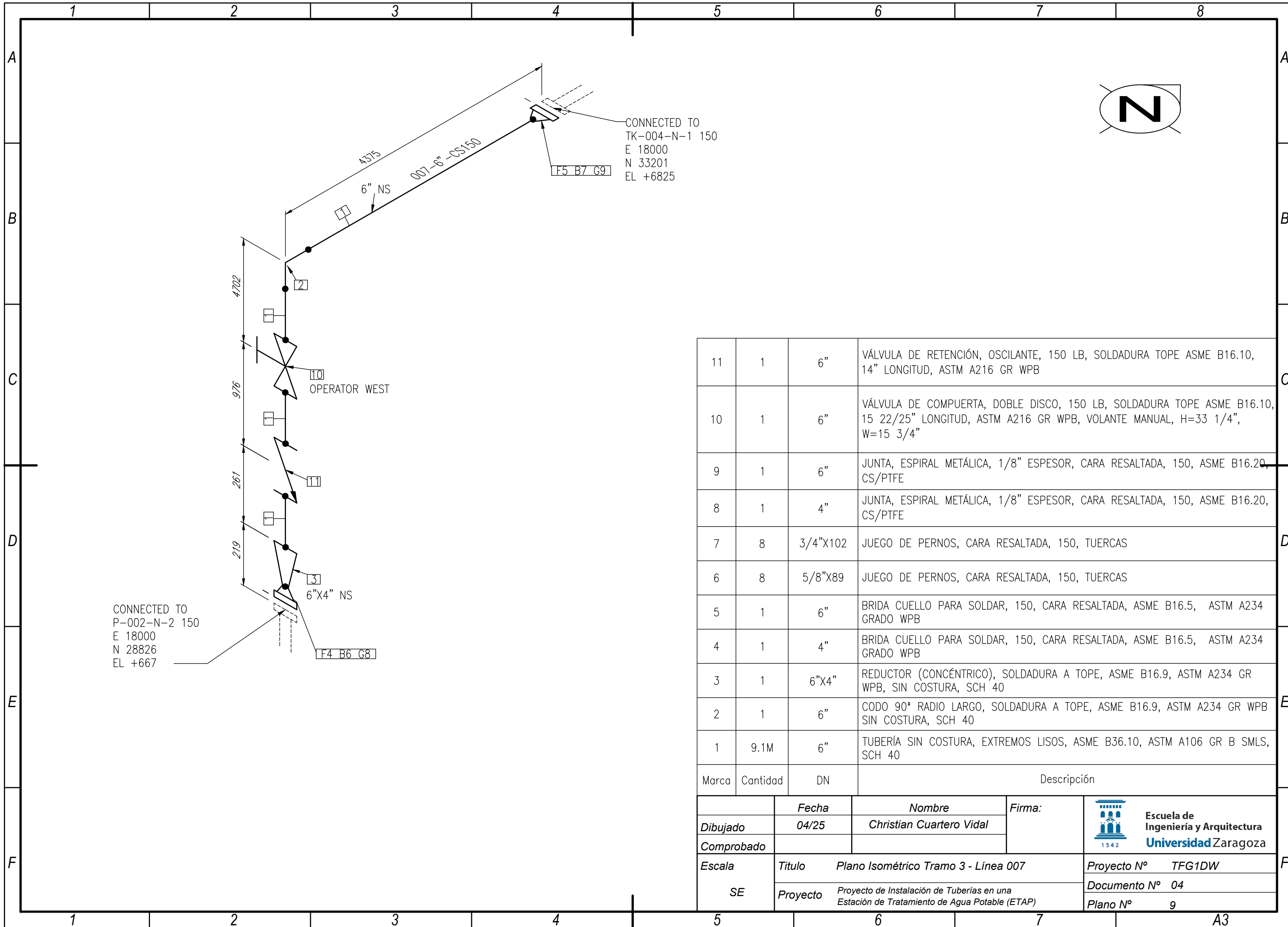
9	3	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
8	3	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	24	3/4"x102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	3	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	3	16"x8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
4	3	8"x6"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
3	1	16"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	15.8M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	11.2M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 2		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 7



11	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
10	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
9	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
5	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	9.1M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 006		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 8

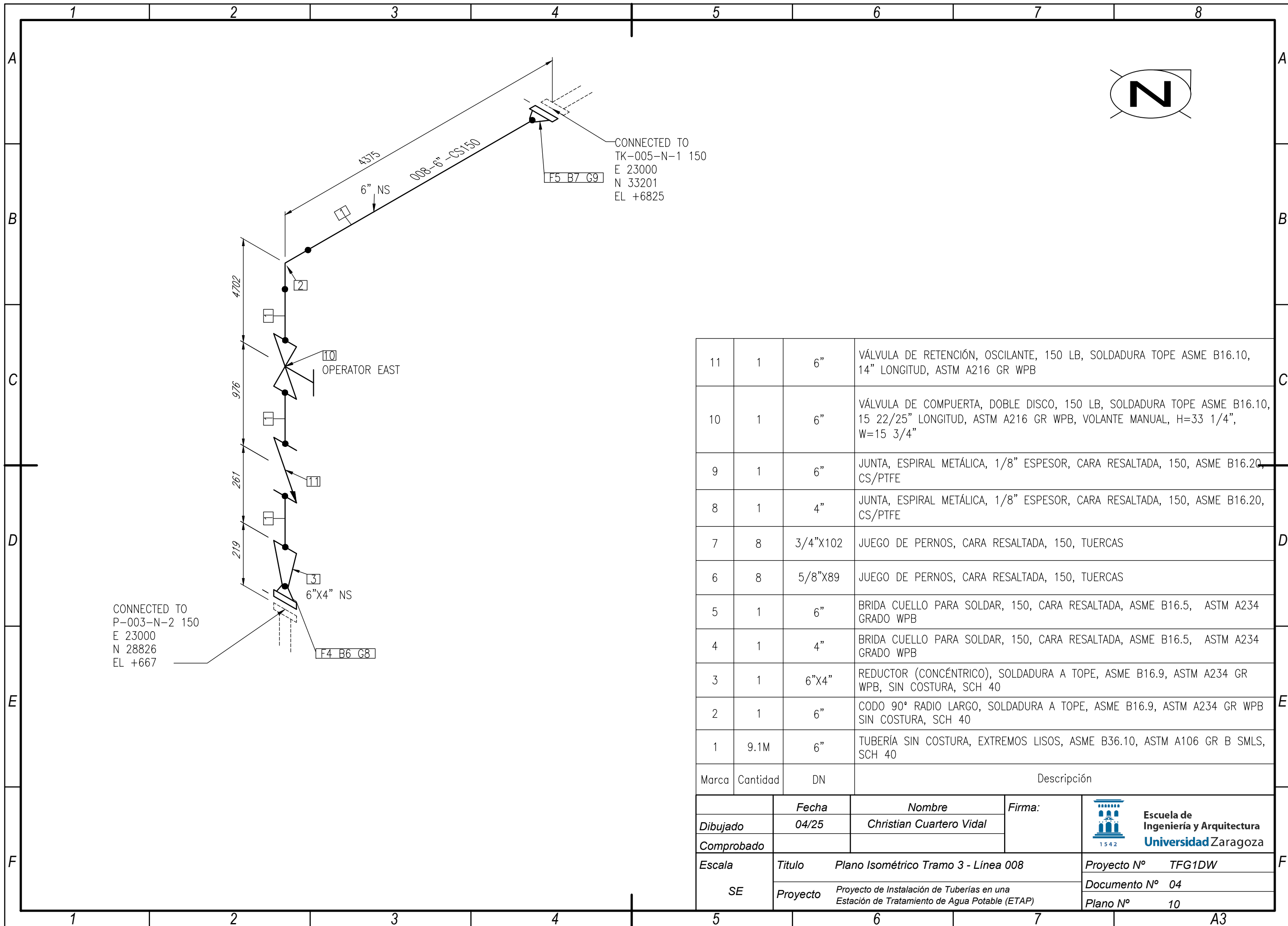


CONNECTED TO
TK-004-N-1 150
E 18000
N 33201
EL +6825

CONNECTED TO
P-002-N-2 150
E 18000
N 28826
EL +667

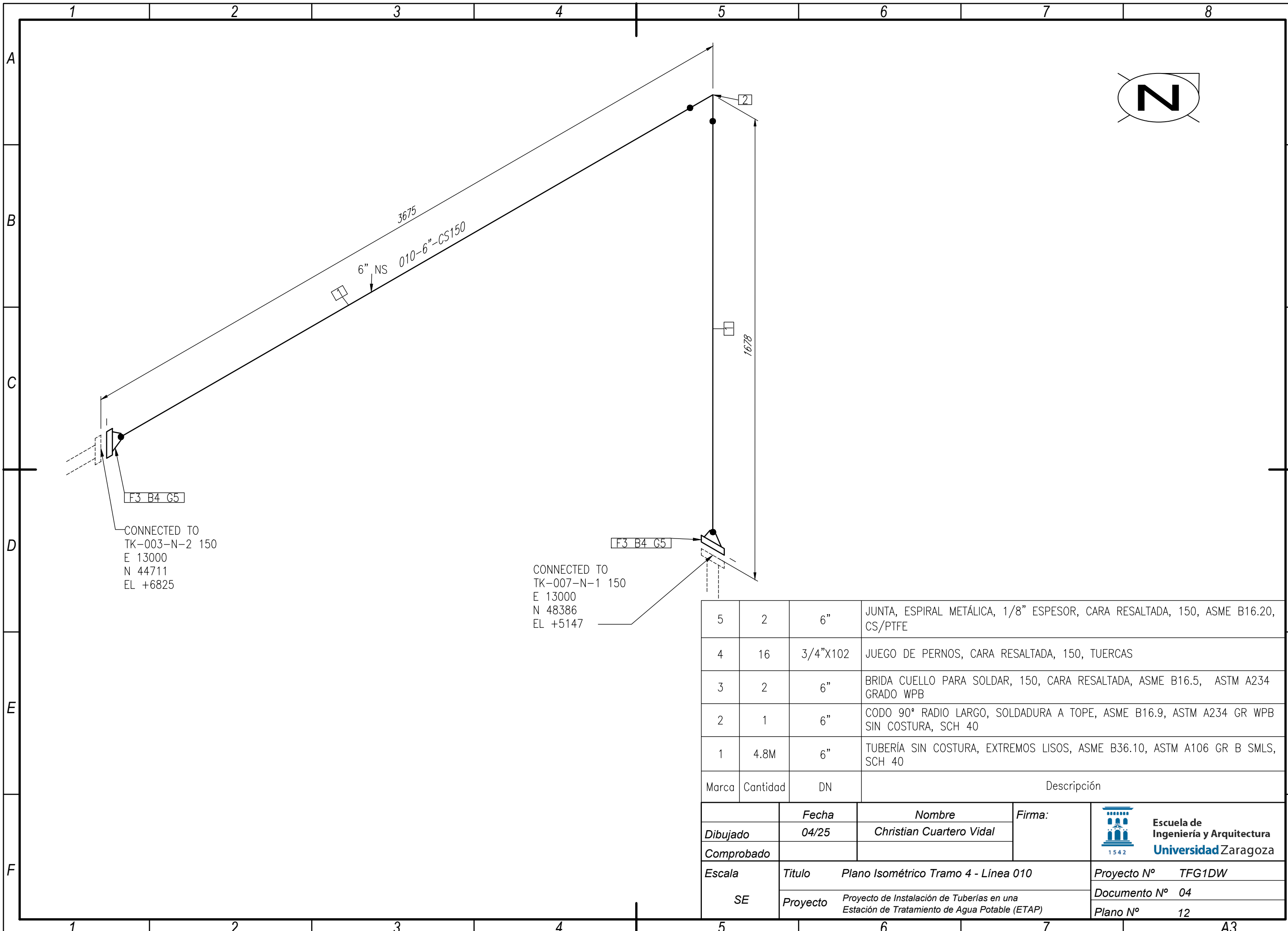
11	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
10	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
9	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
5	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	9.1M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 007		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 9



11	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
10	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
9	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	3/4"x102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	8	5/8"x89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
5	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"x4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	9.1M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 3 - Línea 008		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 10

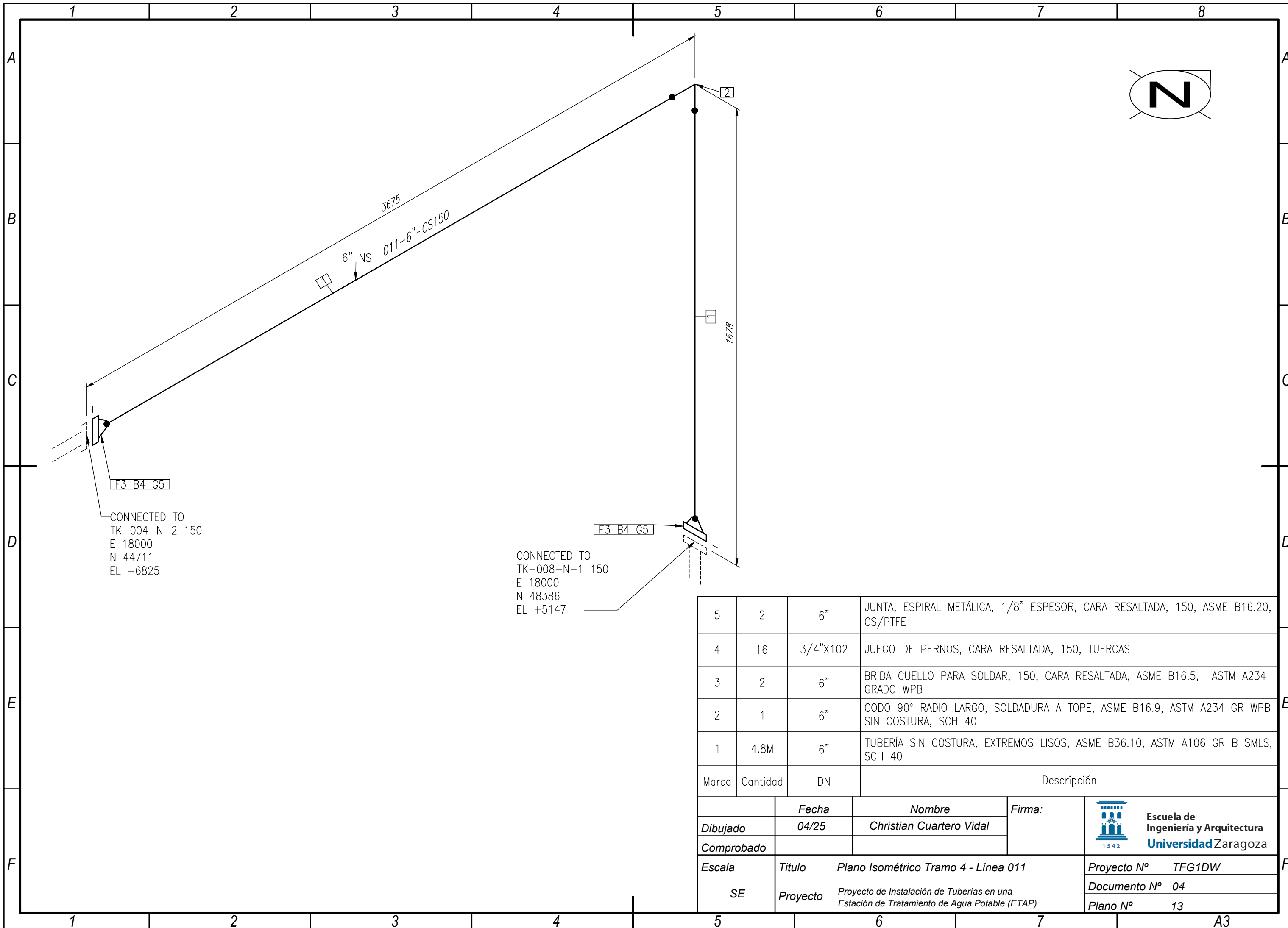


CONNECTED TO
TK-003-N-2 150
E 13000
N 44711
EL +6825

CONNECTED TO
TK-007-N-1 150
E 13000
N 48386
EL +5147

5	2	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
4	16	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
3	2	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	4.8M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 010		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 12



F3 B4 G5


CONNECTED TO
TK-004-N-2 150
E 18000
N 44711
EL +6825

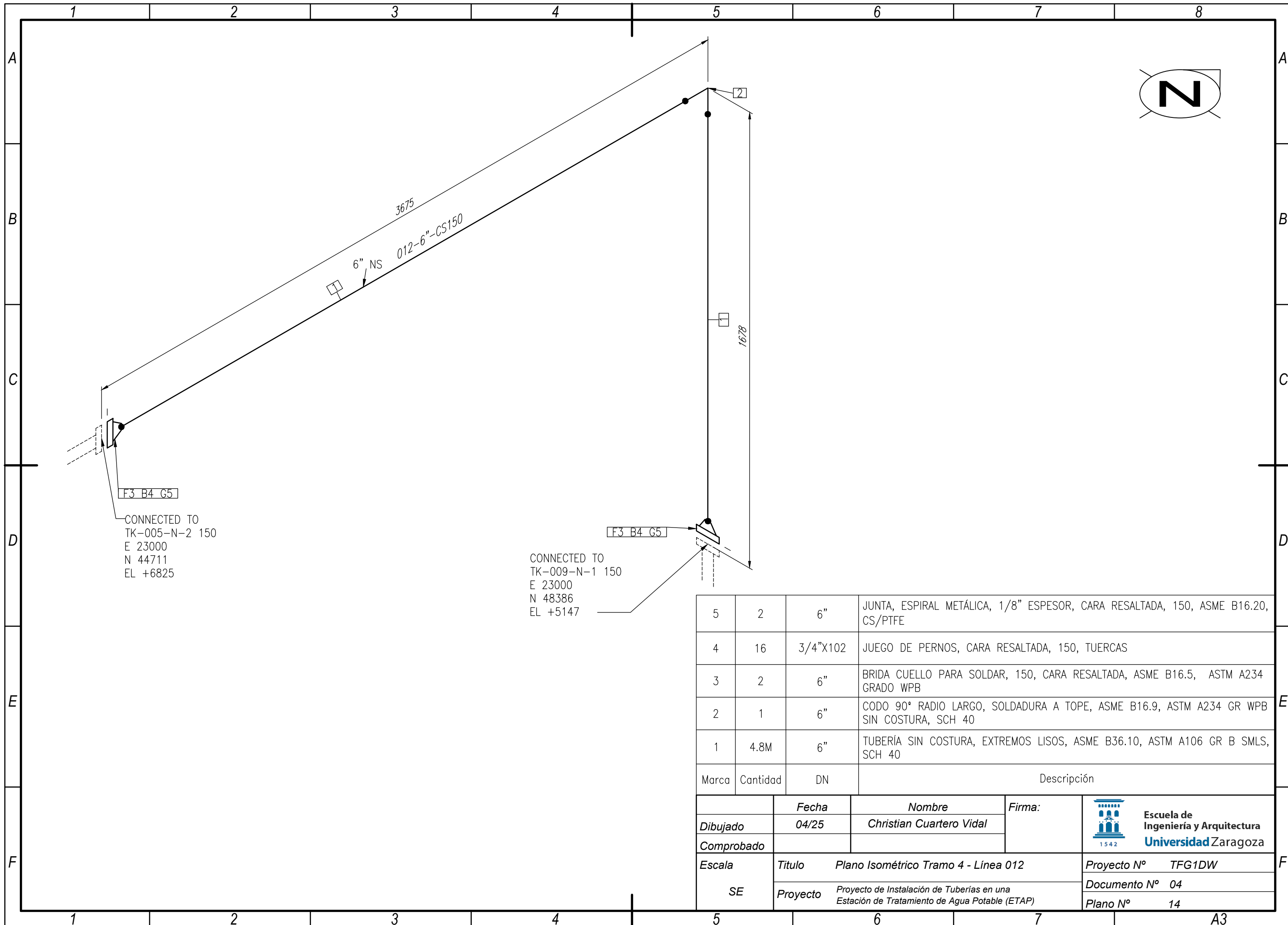
F3 B4 G5

CONNECTED TO
TK-008-N-1 150
E 18000
N 48386
EL +5147

5	2	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
4	16	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
3	2	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	4.8M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 011		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 13




F3 B4 G5

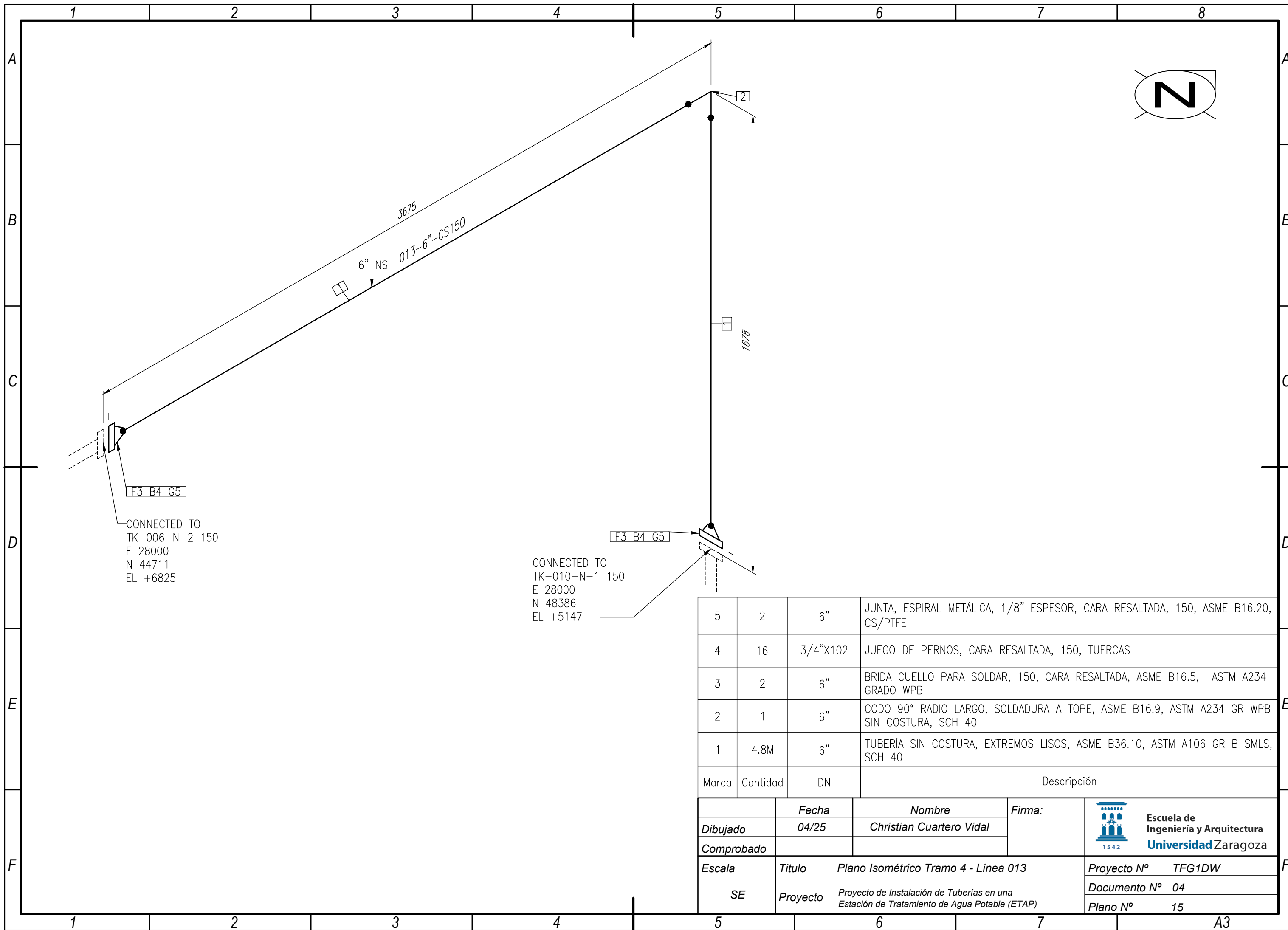
CONNECTED TO
TK-005-N-2 150
E 23000
N 44711
EL +6825

F3 B4 G5

CONNECTED TO
TK-009-N-1 150
E 23000
N 48386
EL +5147

5	2	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
4	16	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
3	2	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	4.8M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 012		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 14




F3 B4 G5

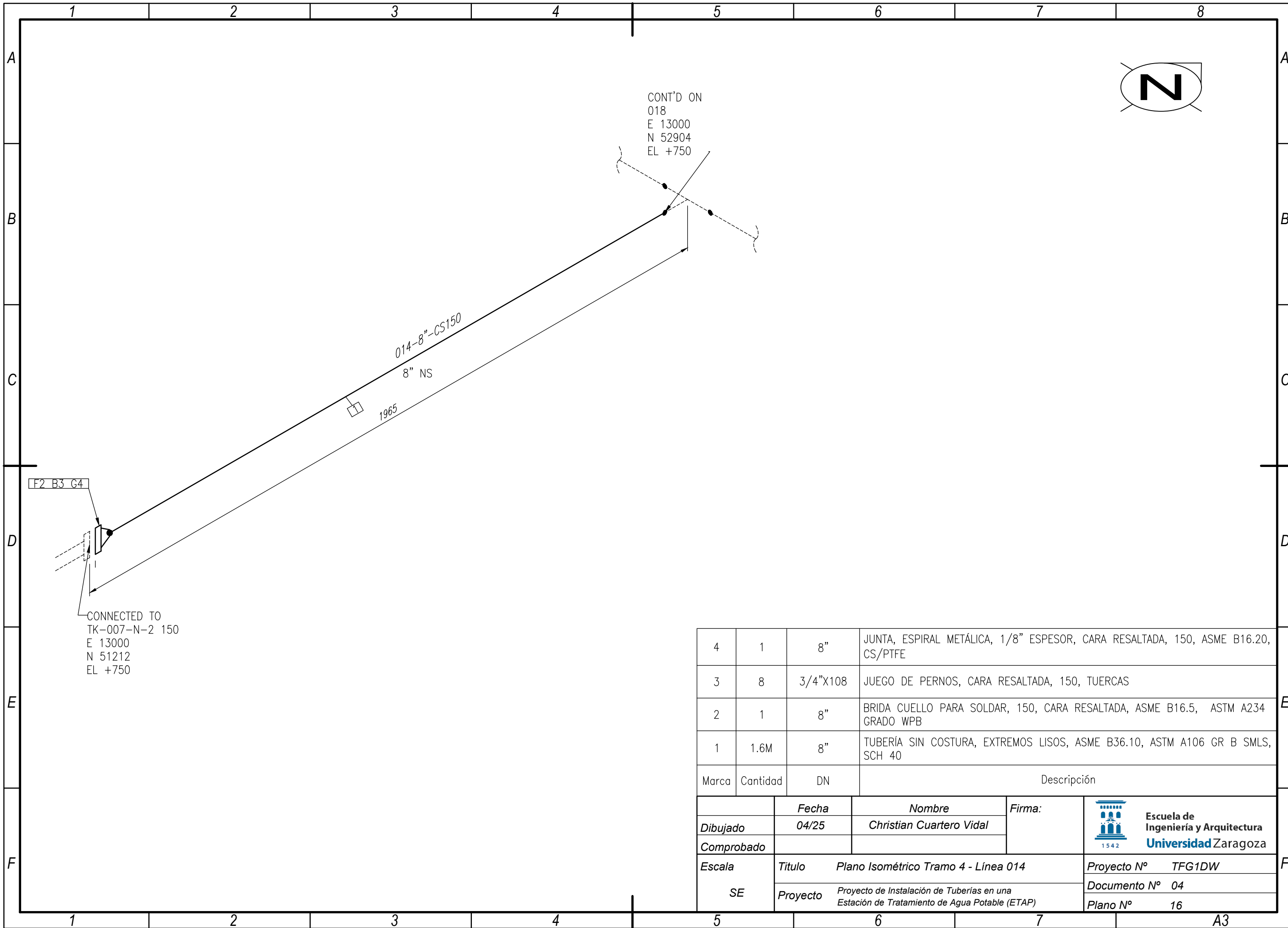
CONNECTED TO
TK-006-N-2 150
E 28000
N 44711
EL +6825

F3 B4 G5

CONNECTED TO
TK-010-N-1 150
E 28000
N 48386
EL +5147

5	2	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
4	16	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
3	2	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	4.8M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 013		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 15




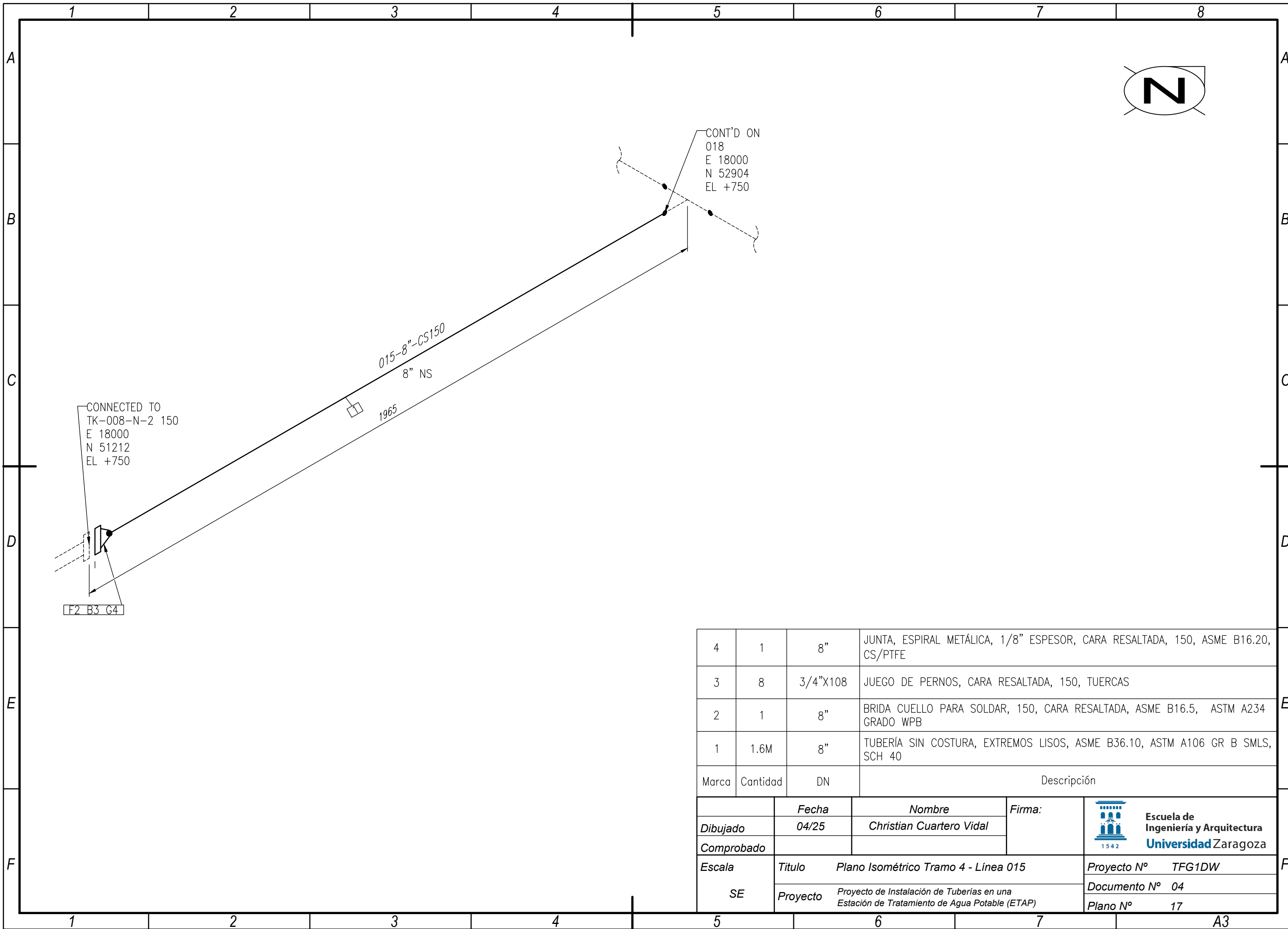
F2 B3 G4

CONNECTED TO
TK-007-N-2 150
E 13000
N 51212
EL +750

CONT'D ON
018
E 13000
N 52904
EL +750




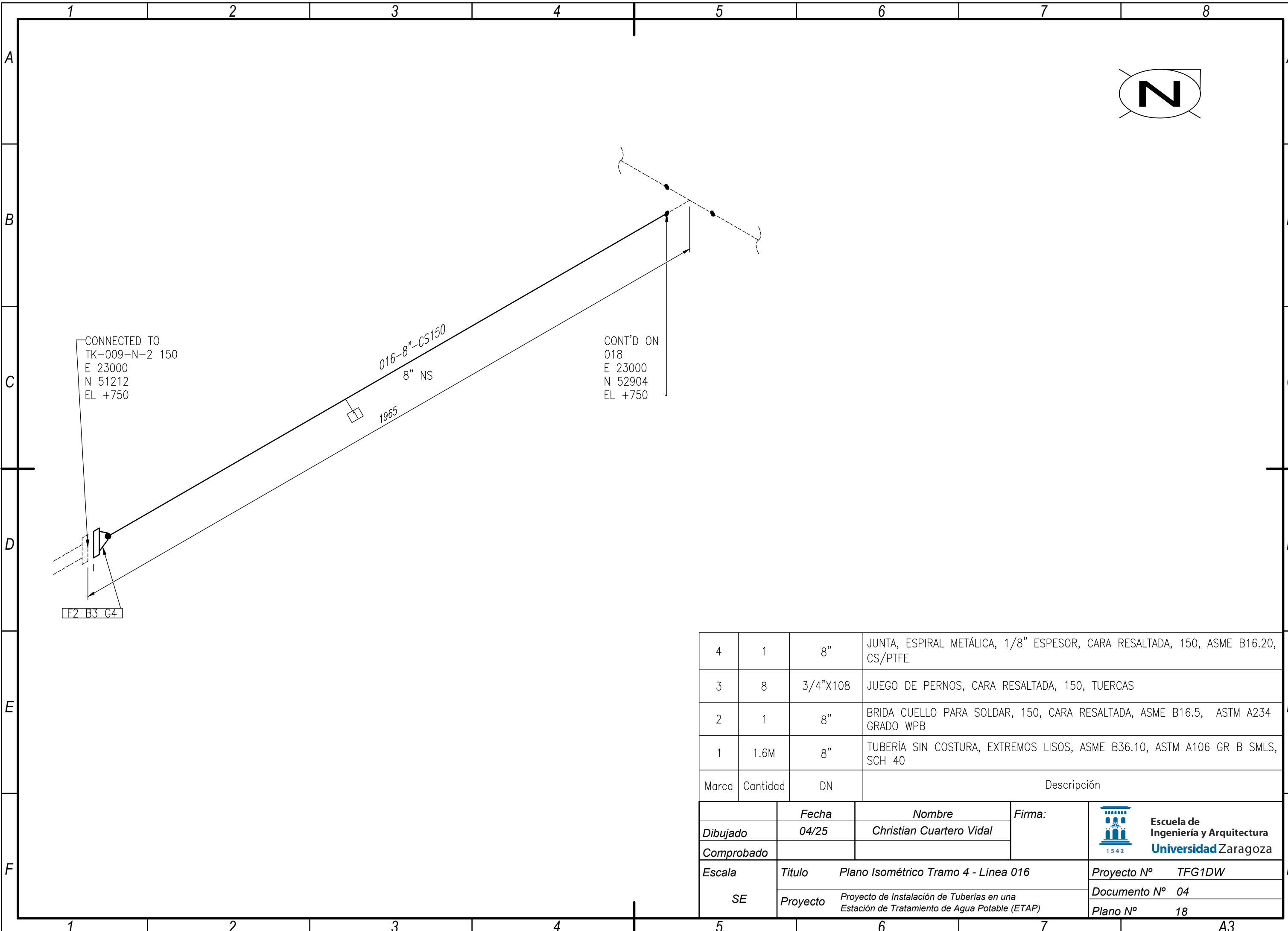
4	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
3	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
2	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
1	1.6M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Comprobado</i>			
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 014	
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	
		<i>Proyecto N°</i>	TFG1DW
		<i>Documento N°</i>	04
		<i>Plano N°</i>	16



4	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
3	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
2	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
1	1.6M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

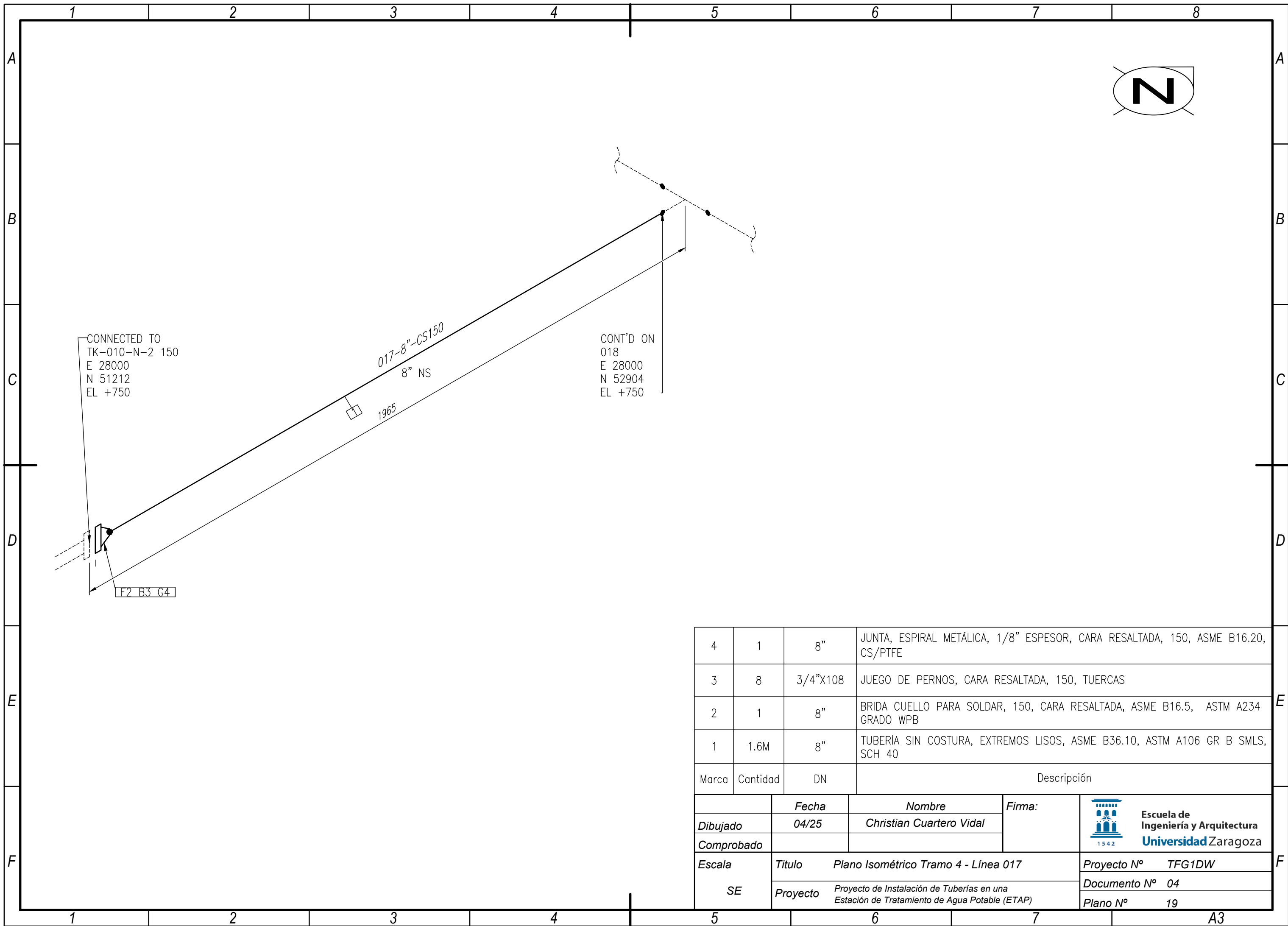
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 015		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 17



4	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
3	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
2	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
1	1.6M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción
		Fecha	Nombre
Dibujado		04/25	Christian Cuartero Vidal
Comprobado			
Escala		Titulo	
SE		Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 016	
		Proyecto	
		Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	
		Proyecto N°	
		TFG1DW	
		Documento N°	
		04	
		Plano N°	
		18	





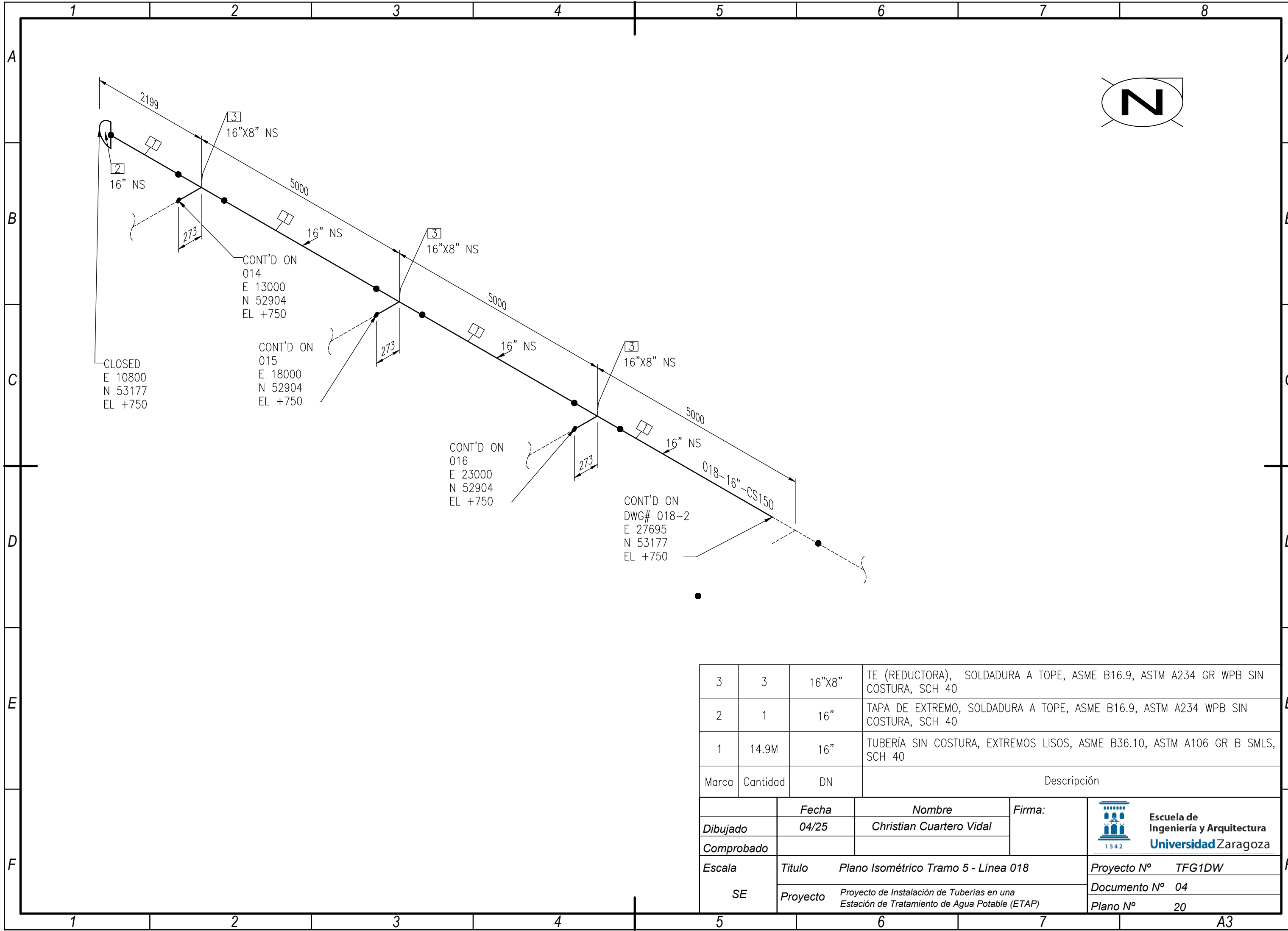
CONNECTED TO
TK-010-N-2 150
E 28000
N 51212
EL +750

CONT'D ON
018
E 28000
N 52904
EL +750

F2 B3 G4

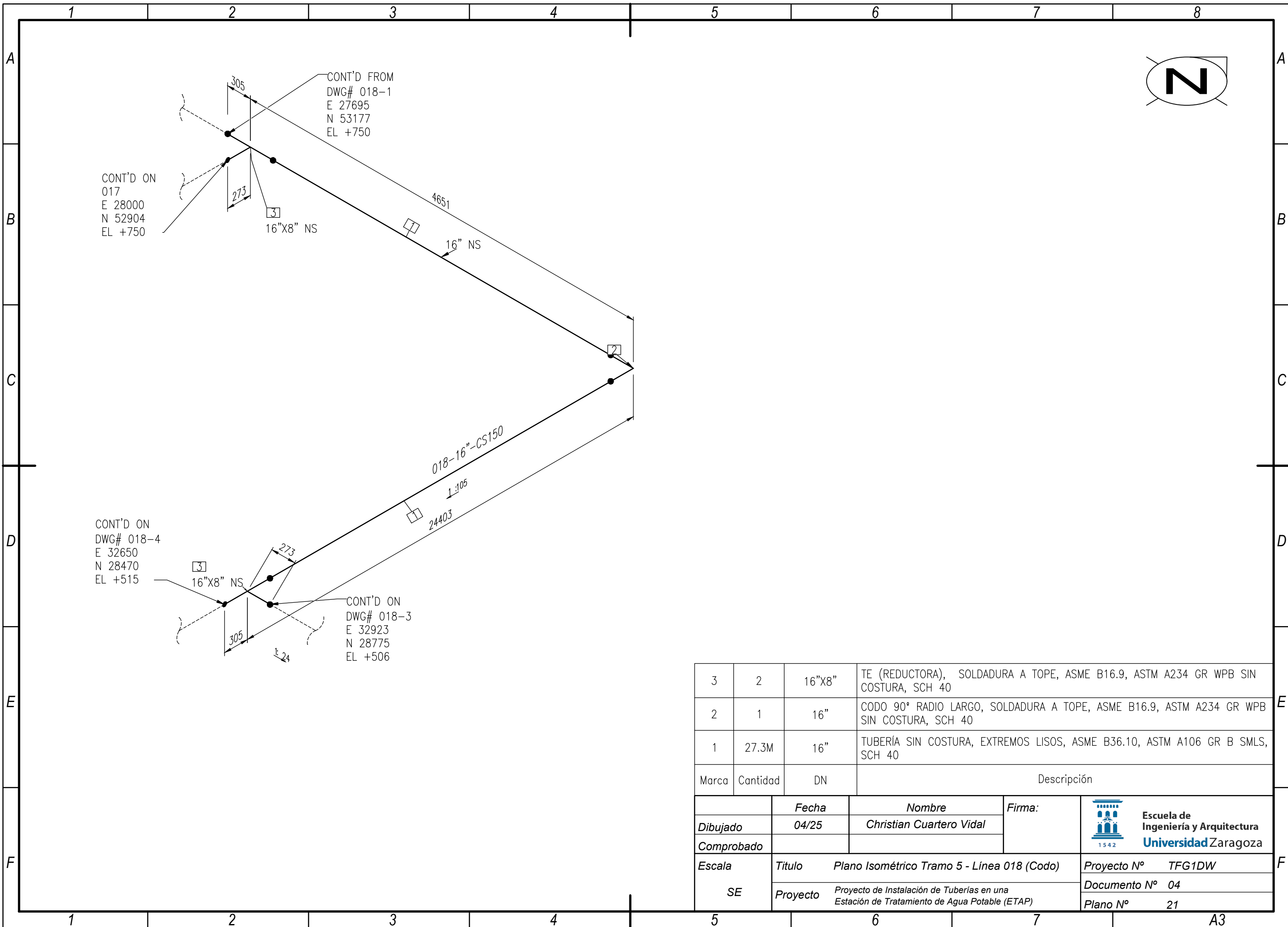
4	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
3	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
2	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
1	1.6M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 4 - Línea 017		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 19



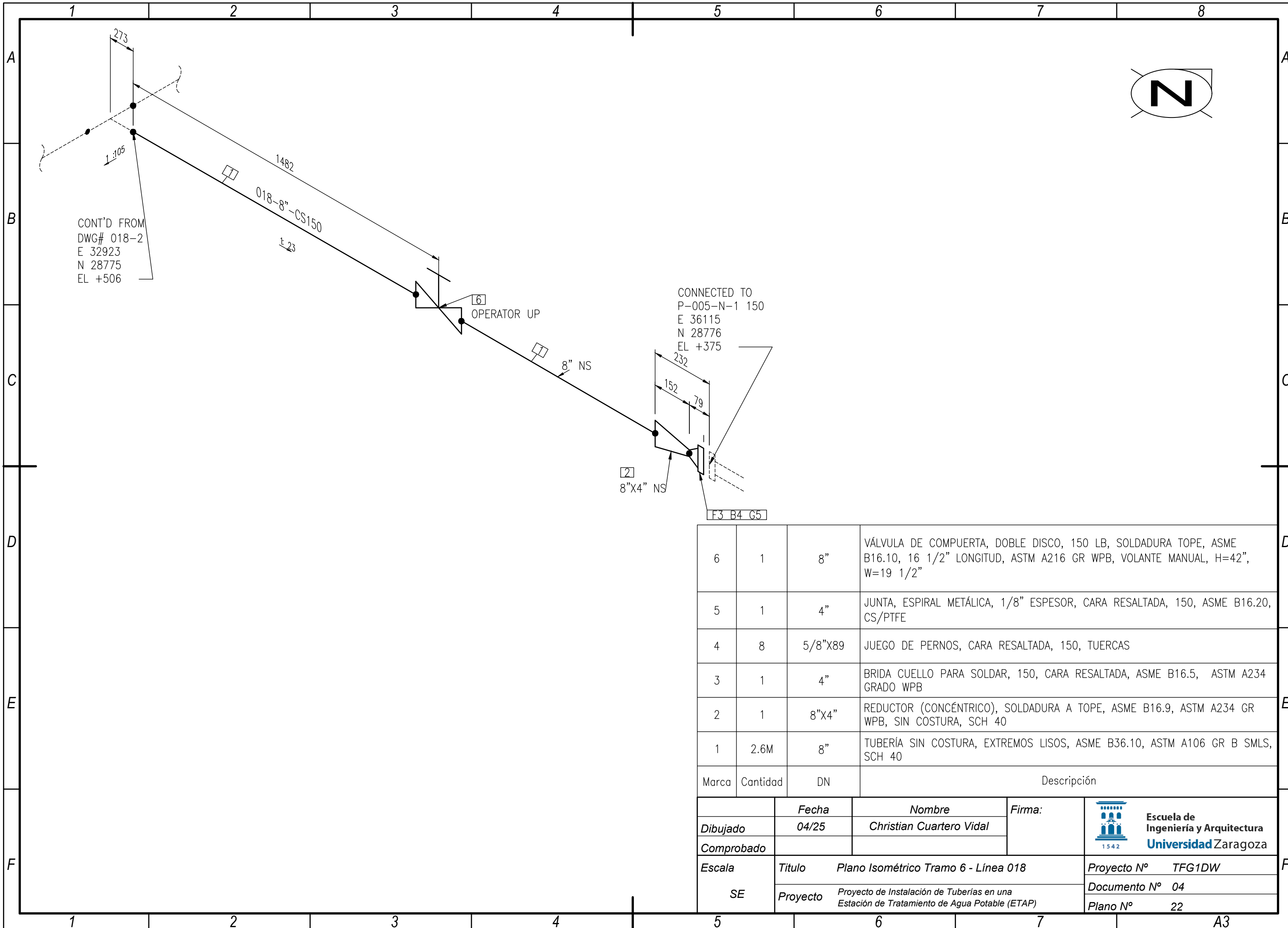
3	3	16"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	1	16"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	14.9M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción
		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal	
<i>Comprobado</i>			
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018	
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	
		<i>Proyecto N°</i>	TFG1DW
		<i>Documento N°</i>	04
		<i>Plano N°</i>	20





3	2	16"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	1	16"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	27.3M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción
		Fecha	Nombre
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal	
Comprobado			
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 5 - Línea 018 (Codo)	
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	
		Proyecto N°	TFG1DW
		Documento N°	04
		Plano N°	21






CONT'D FROM
 DWG# 018-2
 E 32923
 N 28775
 EL +506

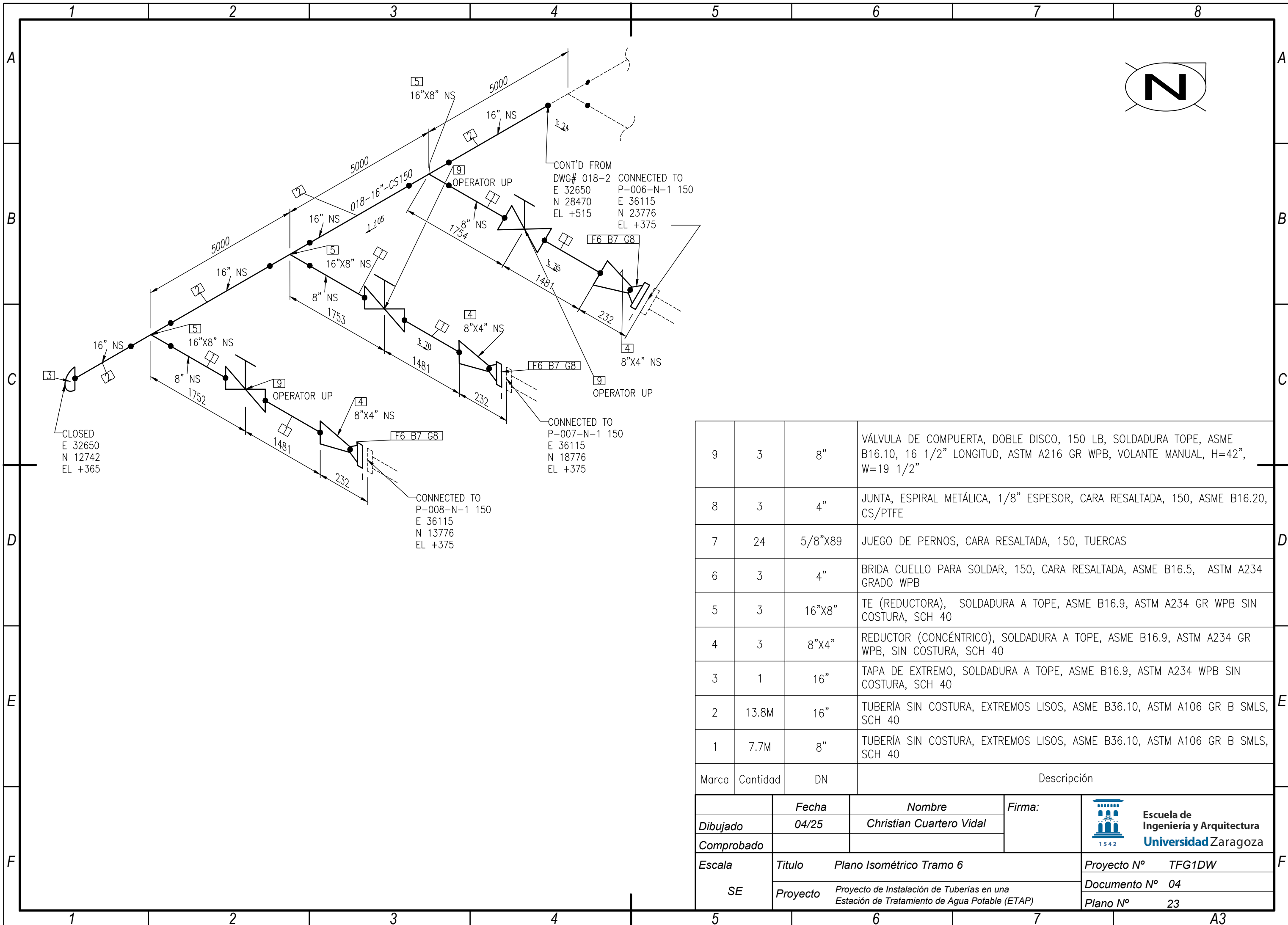
[6]
 OPERATOR UP

CONNECTED TO
 P-005-N-1 150
 E 36115
 N 28776
 EL +375


[2]
 8"X4" NS

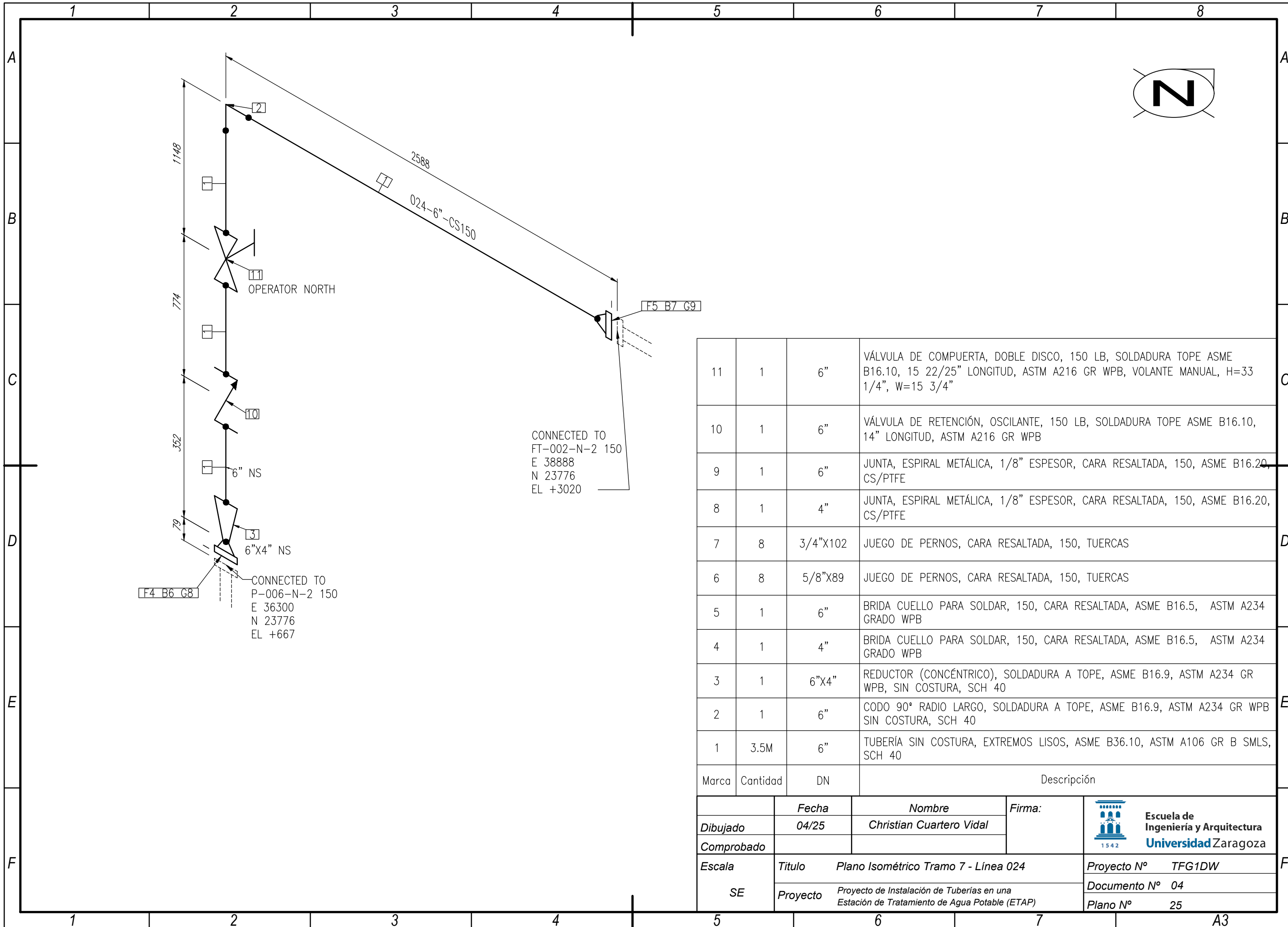
6	1	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
5	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
4	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
3	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
2	1	8"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
1	2.6M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 6 - Línea 018		Proyecto N°
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		TFG1DW
				Documento N°
				04
				Plano N°
				22



9	3	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
8	3	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	24	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	3	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	3	16"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
4	3	8"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
3	1	16"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	13.8M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	7.7M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 6		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 23

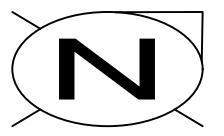
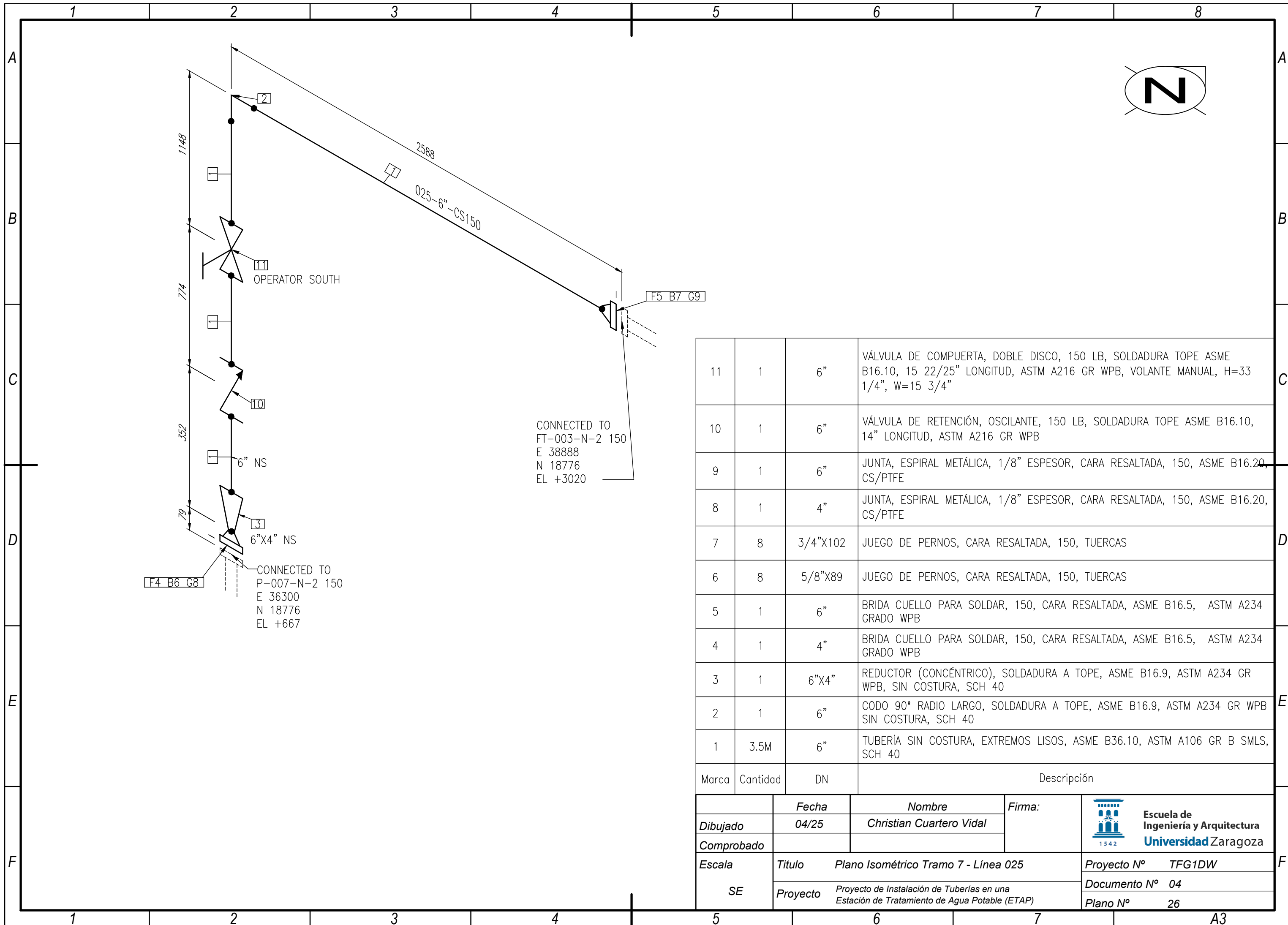


CONNECTED TO
 FT-002-N-2 150
 E 38888
 N 23776
 EL +3020


CONNECTED TO
 P-006-N-2 150
 E 36300
 N 23776
 EL +667

11	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
10	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
9	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	3/4"x102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	8	5/8"x89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
5	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"x4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	3.5M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 024		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 25

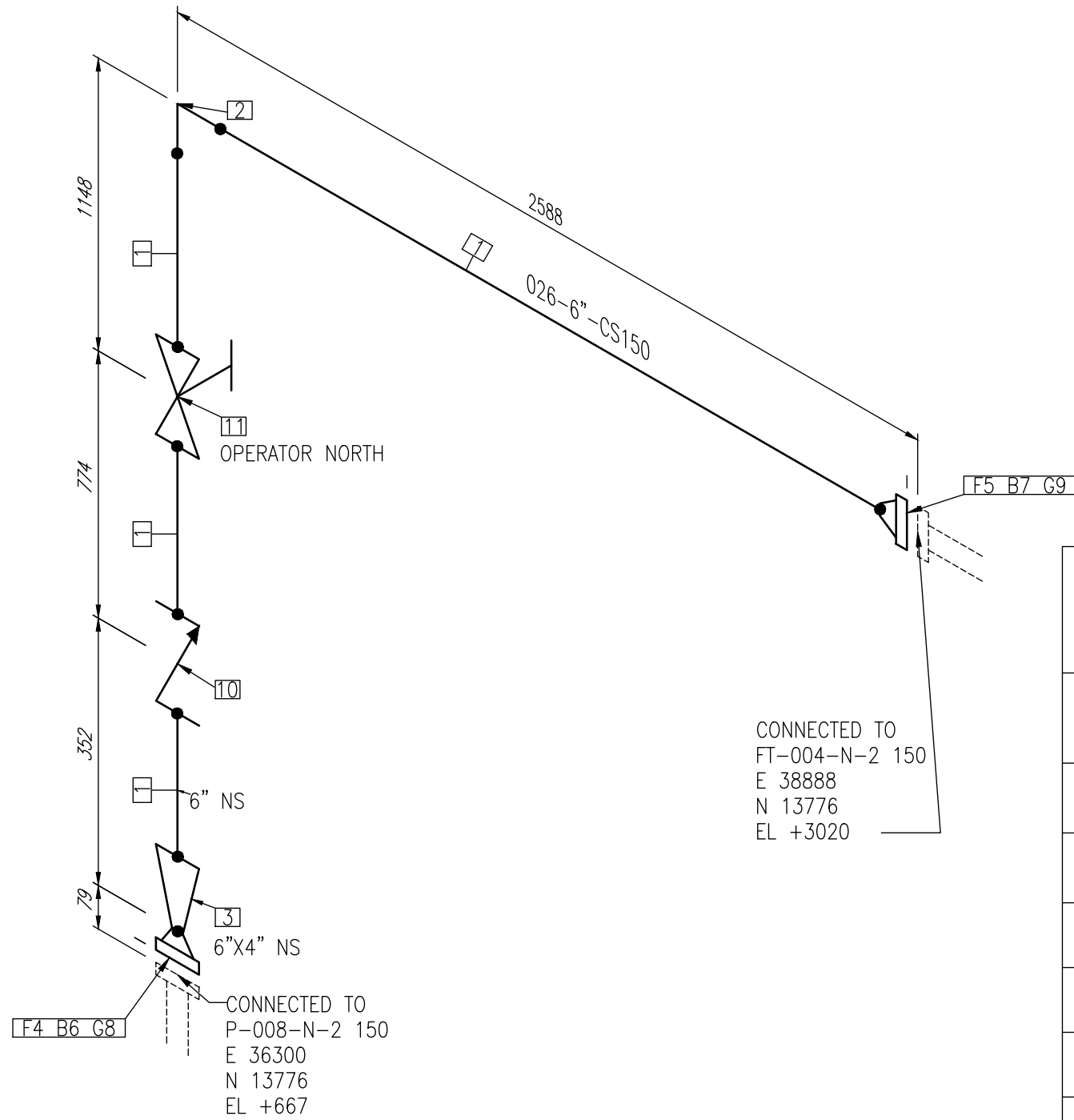


11	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
10	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
9	1	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
5	1	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	3.5M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

Marca	Cantidad	DN	Descripción	
		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	
<i>Dibujado</i>		04/25	Christian Cuartero Vidal	
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>		<i>Título</i>	<i>Firma:</i>	
SE		Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 025	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
		<i>Proyecto</i>		Proyecto N° TFG1DW
		Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
			Plano N° 26	

F

A3

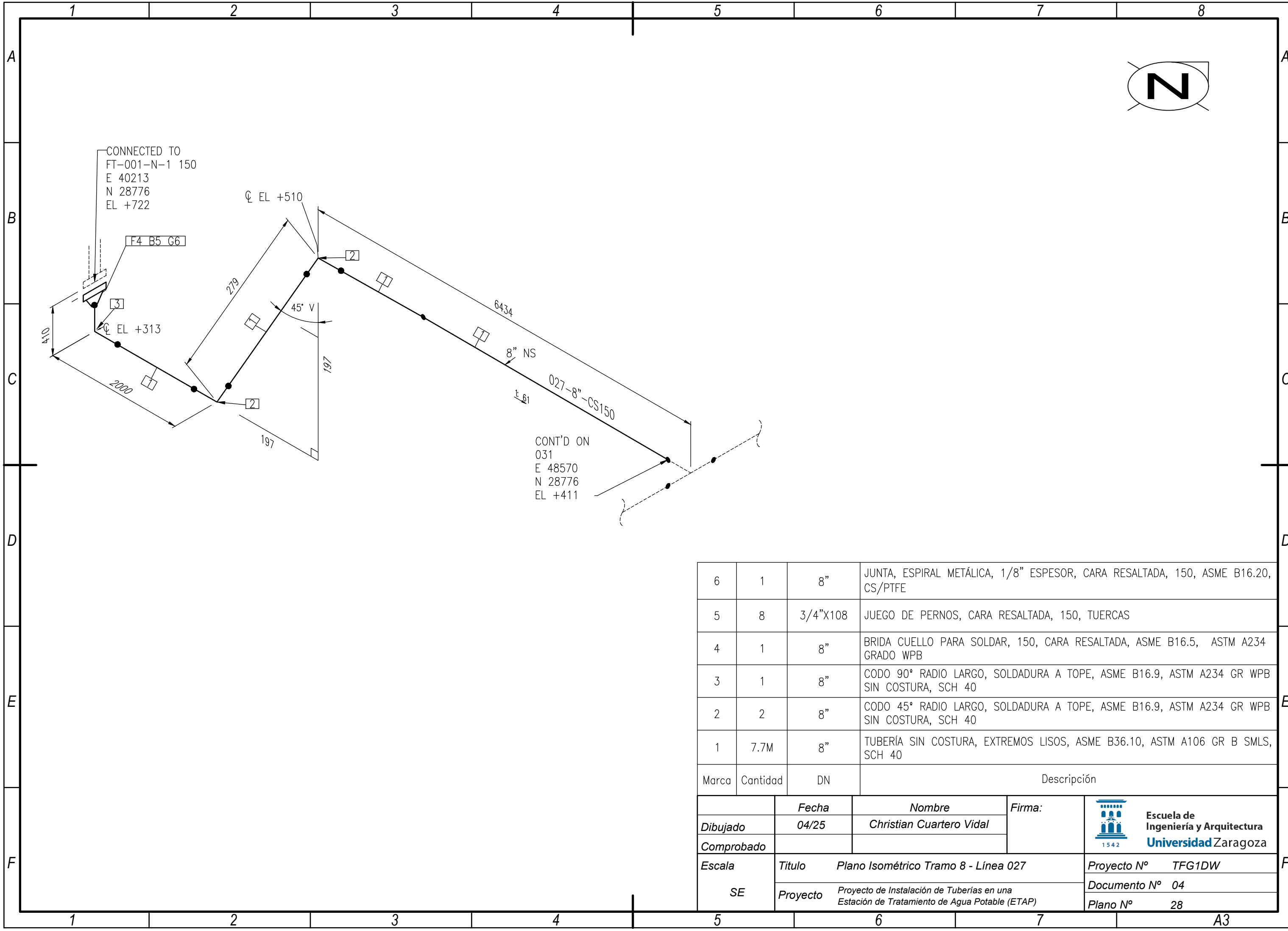


Marca	Cantidad	DN	Descripción
	11	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
	10	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
	9	6"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
	8	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
	7	3/4"X102	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
	6	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
	5	6"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
	4	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
	3	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
	2	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
	1	3.5M	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

CONNECTED TO
FT-004-N-2 150
E 38888
N 13776
EL +3020

CONNECTED TO
P-008-N-2 150
E 36300
N 13776
EL +667

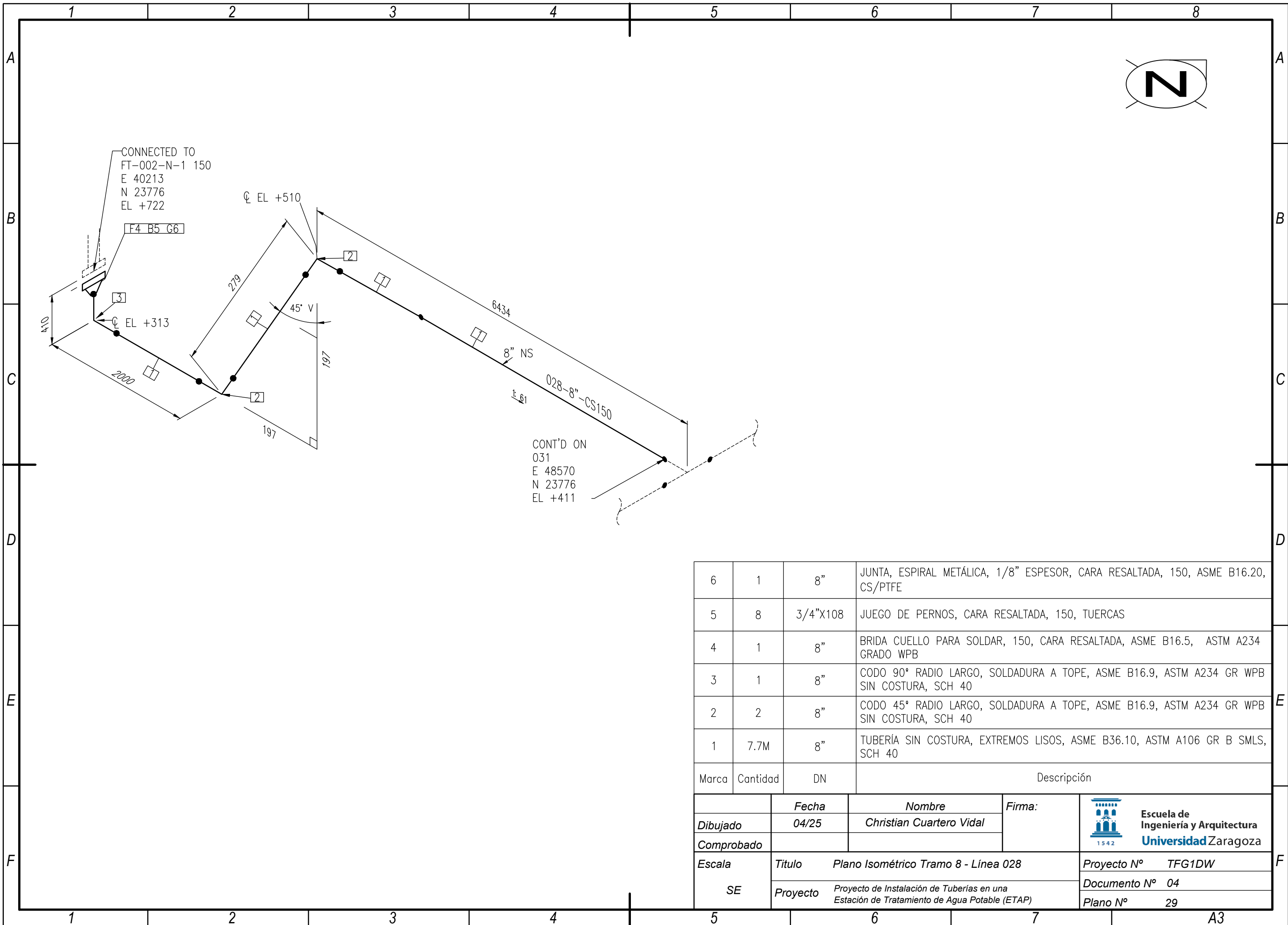
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 7 - Línea 026		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 27



6	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	8"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2	8"	CODO 45° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	7.7M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40


Marca	Cantidad	DN	Descripción	
			<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>
<i>Dibujado</i>			04/25	Christian Cuartero Vidal
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Titulo</i>	Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 027		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 28

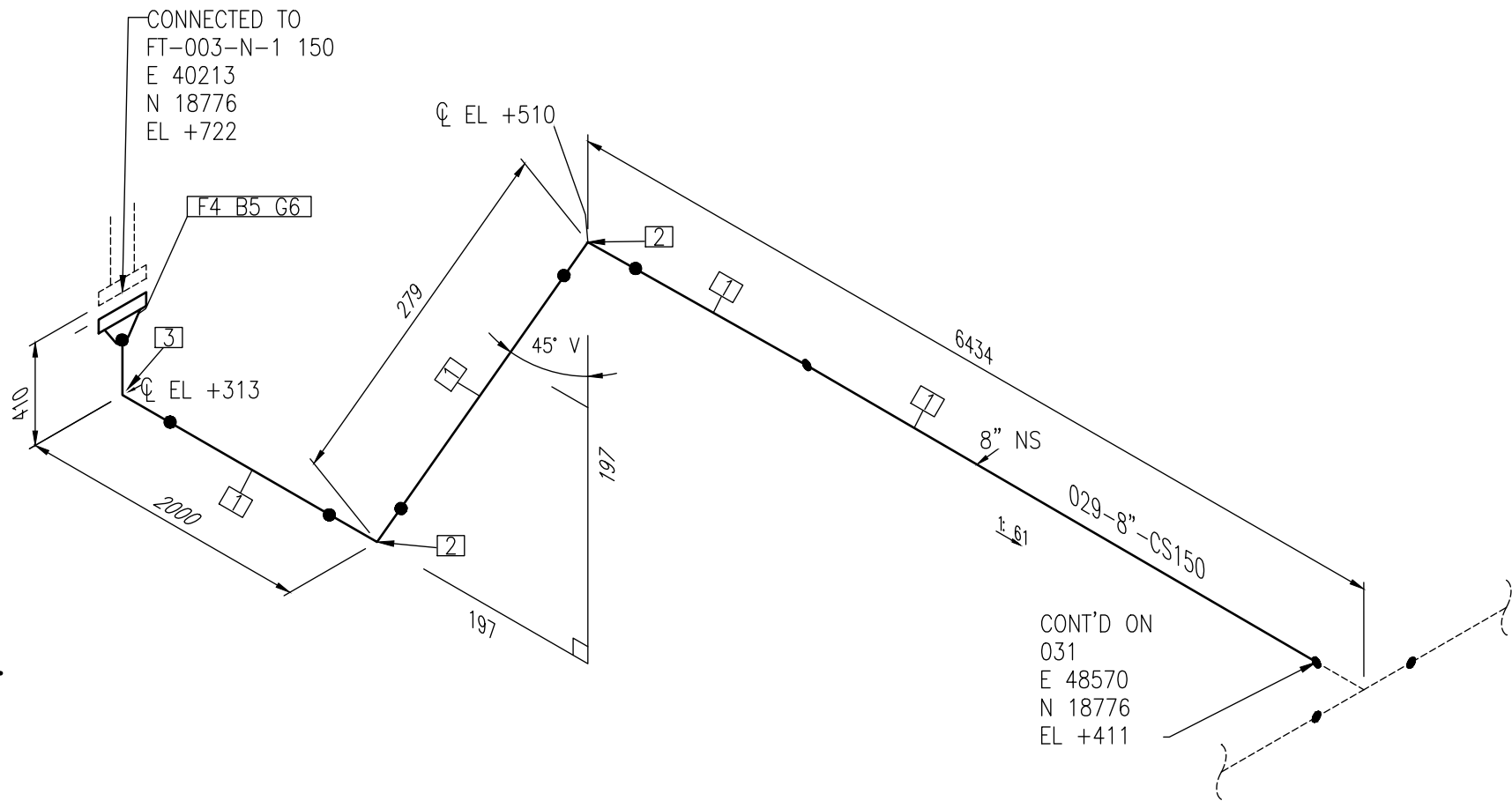
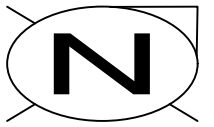




CONT'D ON
031
E 48570
N 23776
EL +411


6	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	3/4"x108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	8"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2	8"	CODO 45° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	7.7M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

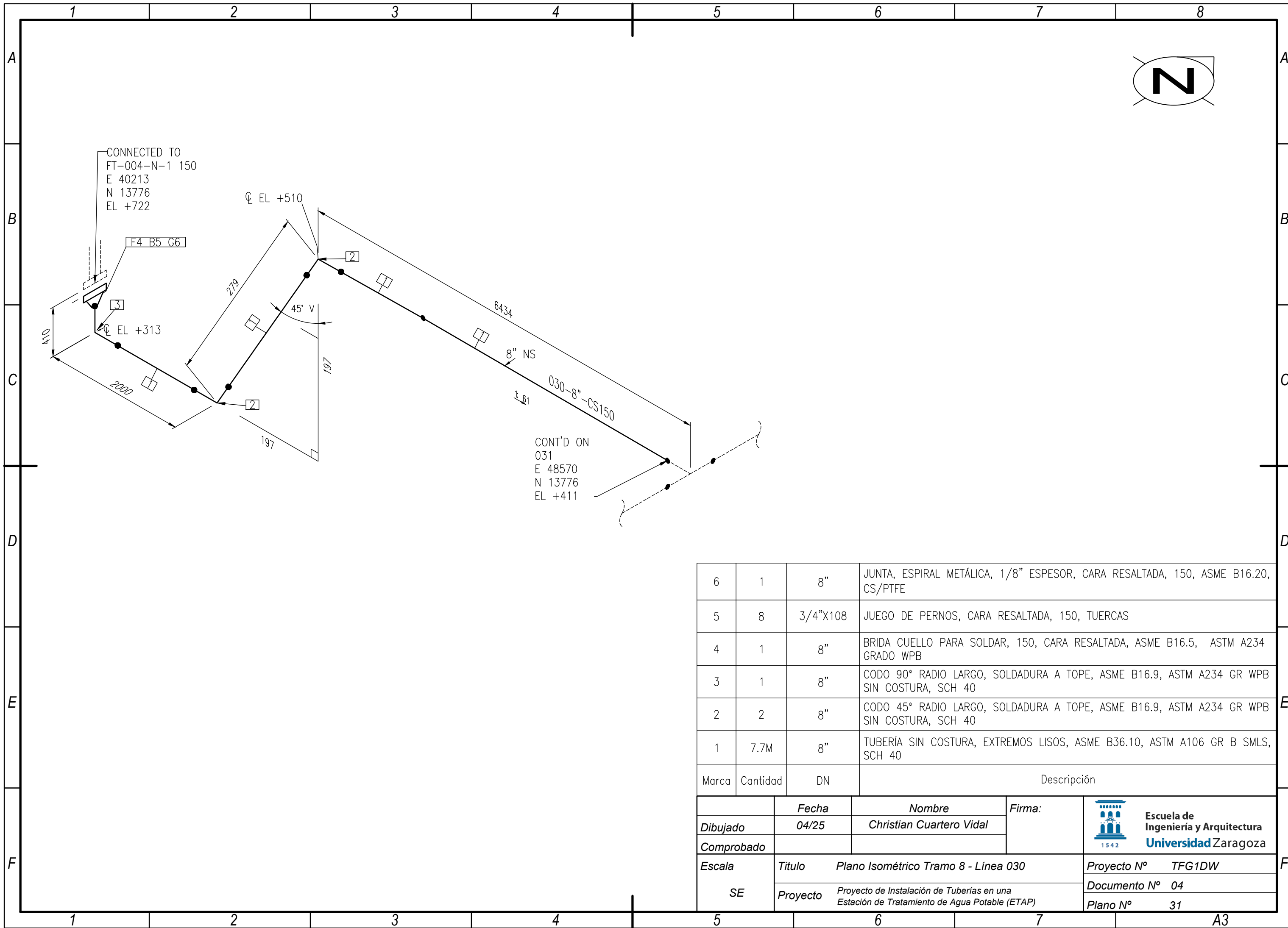
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 028		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 29




CONT'D ON
031
E 48570
N 18776
EL +411

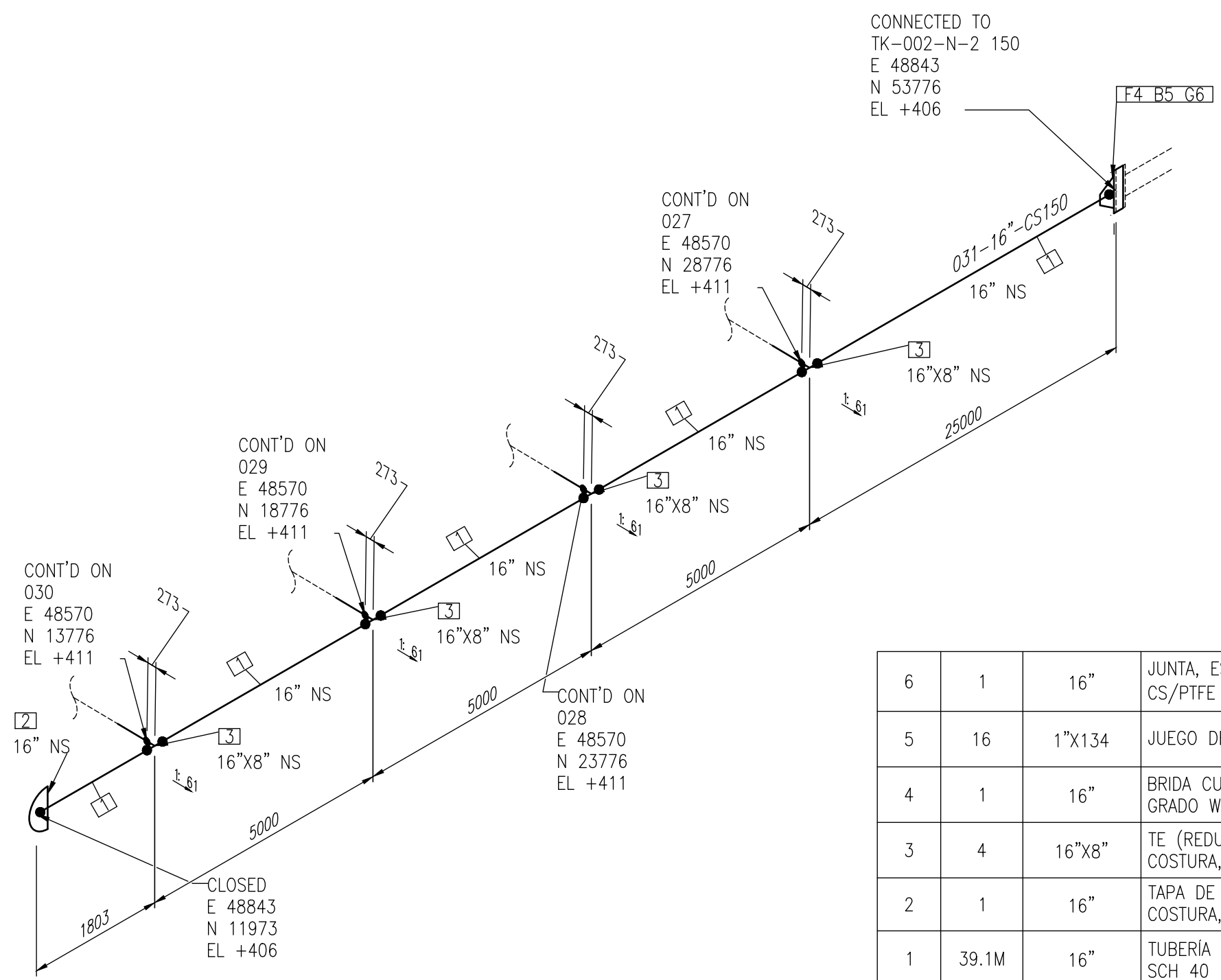
6	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	8"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2	8"	CODO 45° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	7.7M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título		Proyecto N°	
SE	Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 029		TFG1DW	
	Proyecto		Documento N°	
	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		04	
			Plano N°	
			30	




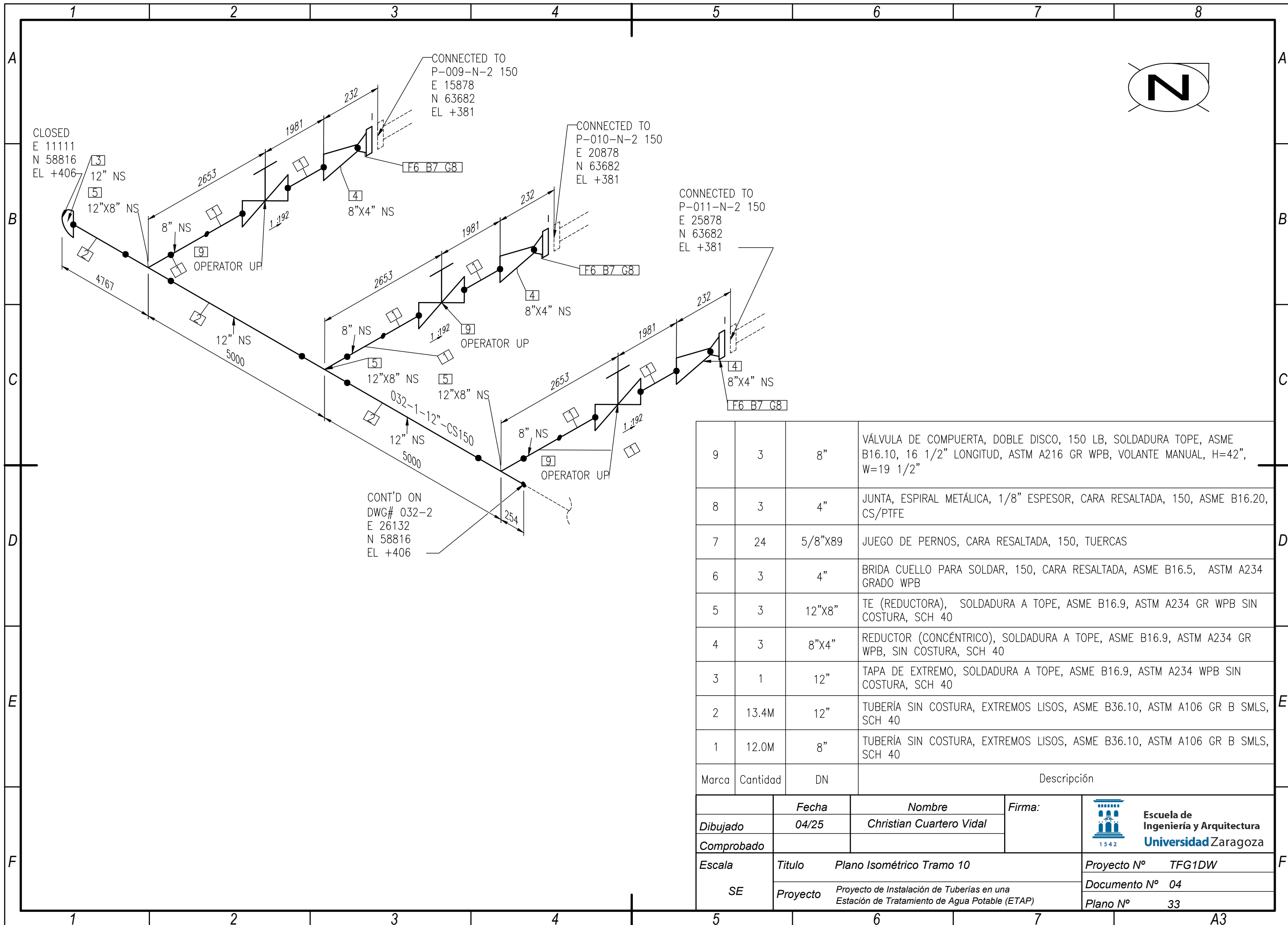
6	1	8"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	3/4"X108	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	8"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	8"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2	8"	CODO 45° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	7.7M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 8 - Línea 030		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 31




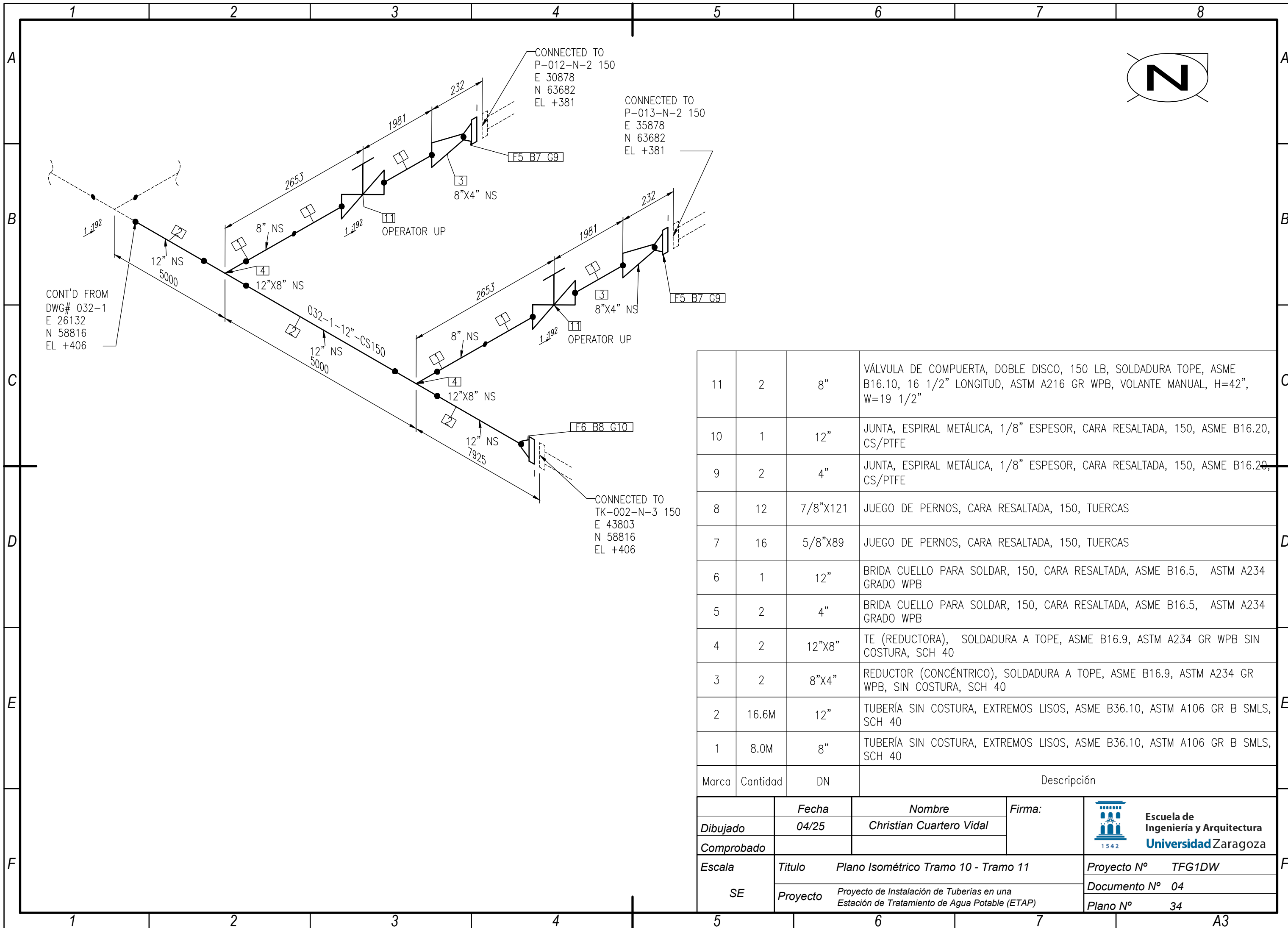
6	1	16"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	16	1"X134	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	16"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	4	16"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	1	16"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	39.1M	16"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 9		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 32




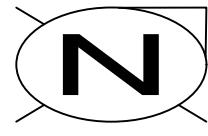
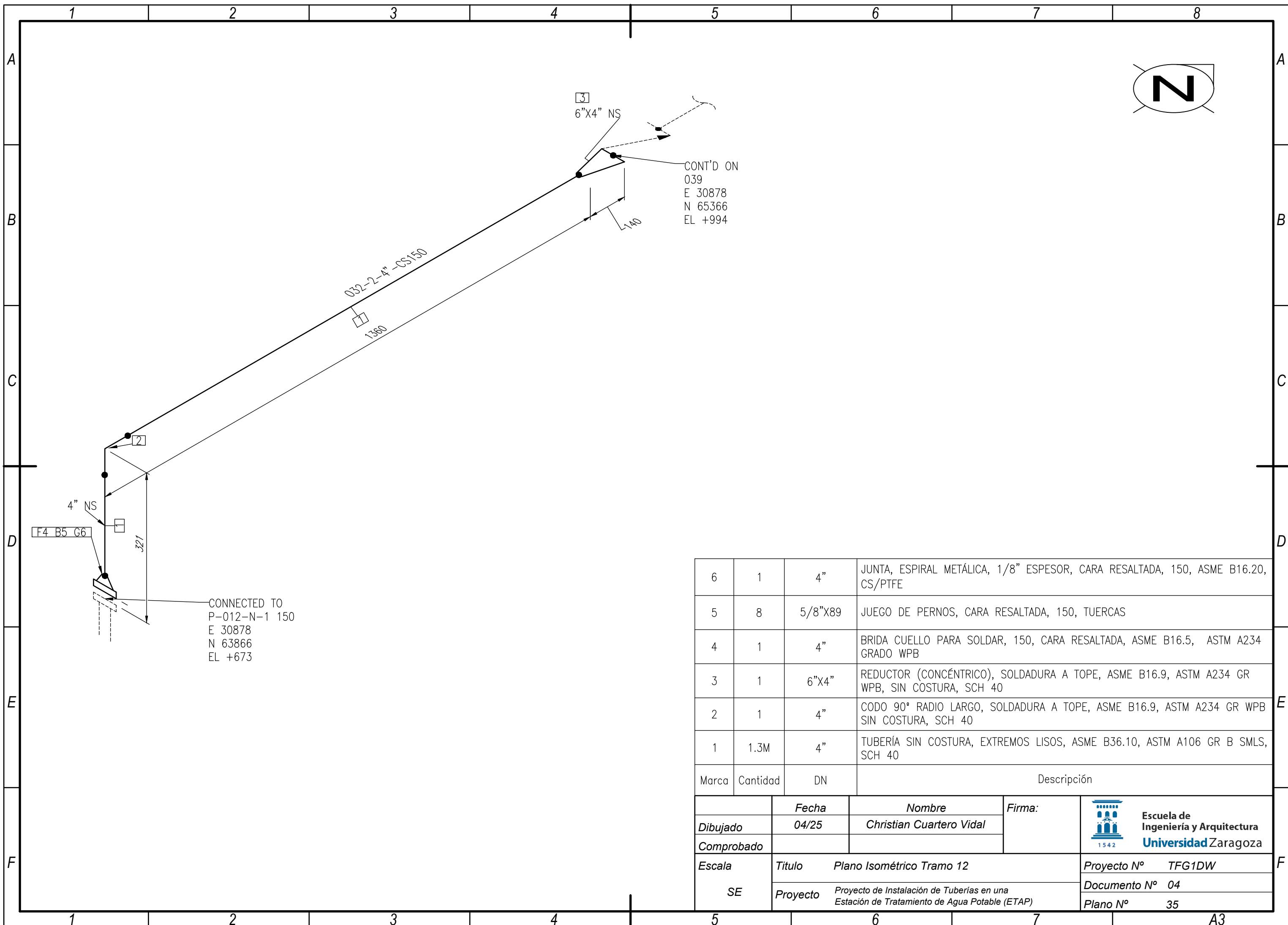
9	3	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
8	3	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	24	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	3	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	3	12"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
4	3	8"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
3	1	12"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	13.4M	12"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	12.0M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 10		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 33



11	2	8"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE, ASME B16.10, 16 1/2" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=42", W=19 1/2"
10	1	12"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
9	2	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
8	12	7/8"X121	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
7	16	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	1	12"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	2	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
4	2	12"X8"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
3	2	8"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	16.6M	12"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	8.0M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título		Proyecto N°	
SE	Plano Isométrico Tramo 10 - Tramo 11		TFG1DW	
	Proyecto		Documento N°	
	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		04	
			Plano N°	
			34	



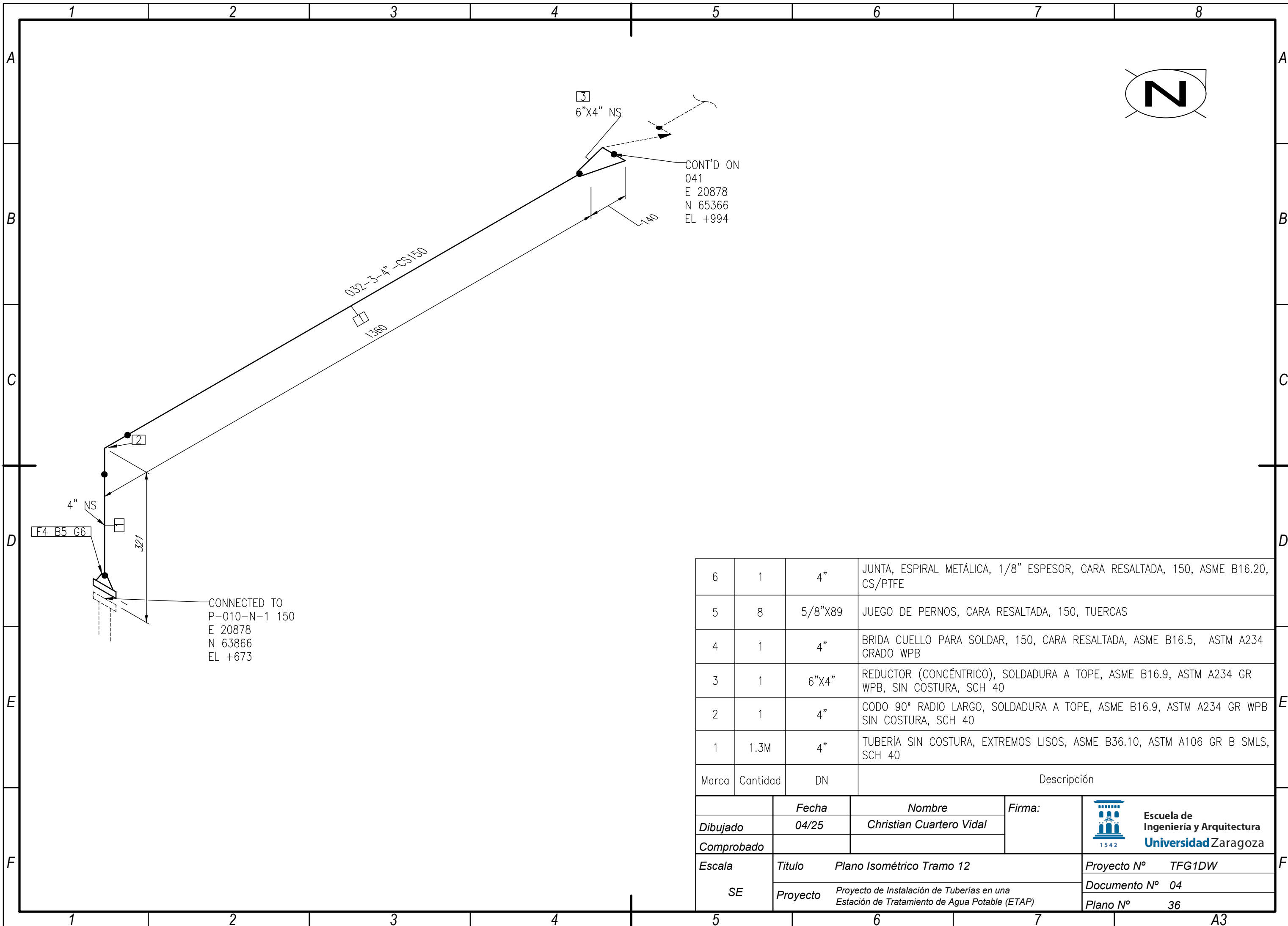
CONT'D ON
039
E 30878
N 65366
EL +994

CONNECTED TO
P-012-N-1 150
E 30878
N 63866
EL +673


6	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	4"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	1.3M	4"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

Marca	Cantidad	DN	Descripción	
			<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>
<i>Dibujado</i>			04/25	Christian Cuartero Vidal
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Titulo</i>	Plano Isométrico Tramo 12		<i>Firma:</i>
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		
		<i>Proyecto N°</i>	TFG1DW	
		<i>Documento N°</i>	04	
		<i>Plano N°</i>	35	





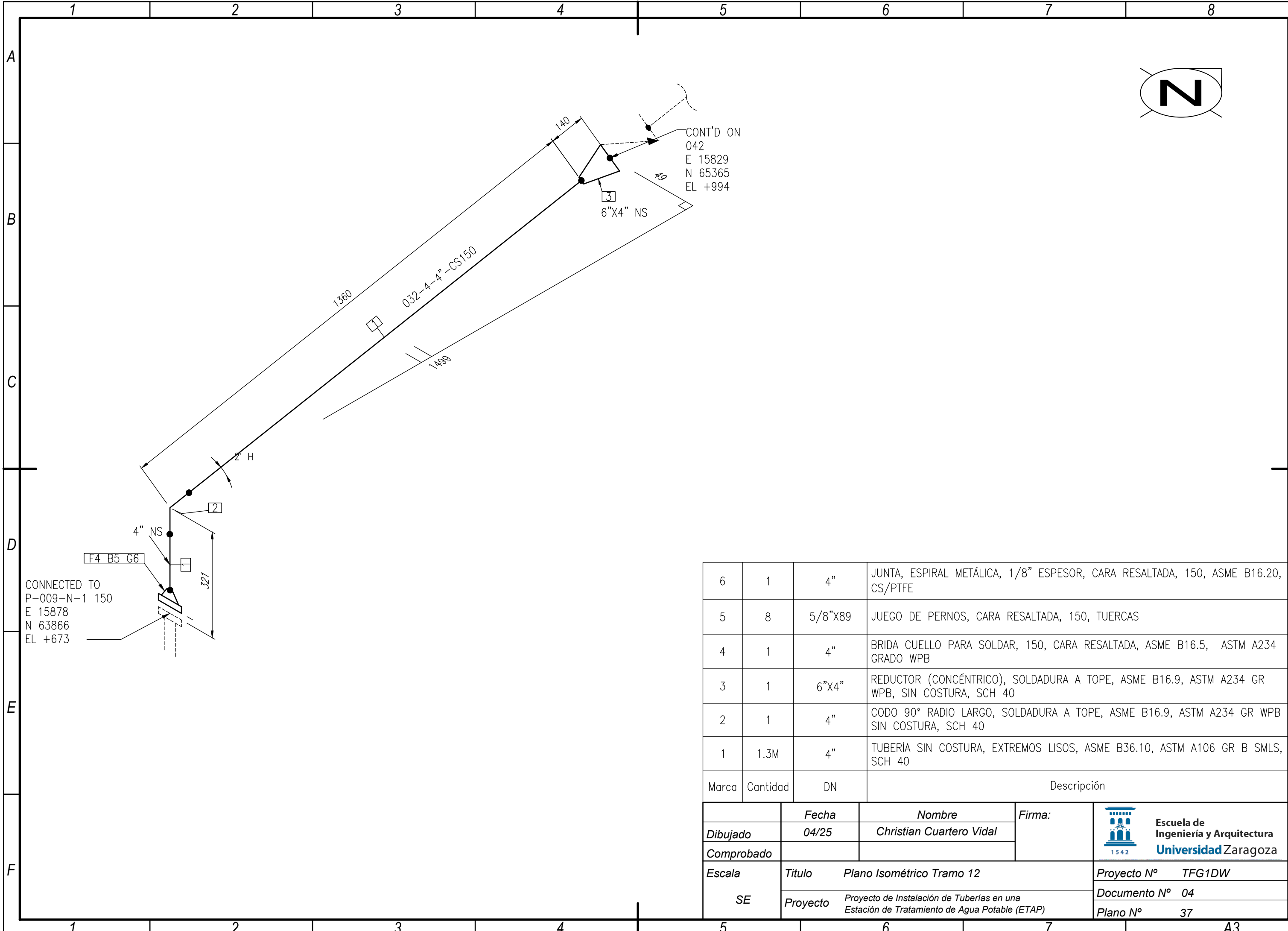
6	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	4"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	1.3M	4"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

Marca	Cantidad	DN	Descripción	
			<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>
<i>Dibujado</i>			04/25	Christian Cuartero Vidal
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 12		<i>Firma:</i>
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
		<i>Proyecto N°</i>	TFG1DW	
		<i>Documento N°</i>	04	
		<i>Plano N°</i>	36	



CONNECTED TO
P-010-N-1 150
E 20878
N 63866
EL +673


CONT'D ON
041
E 20878
N 65366
EL +994

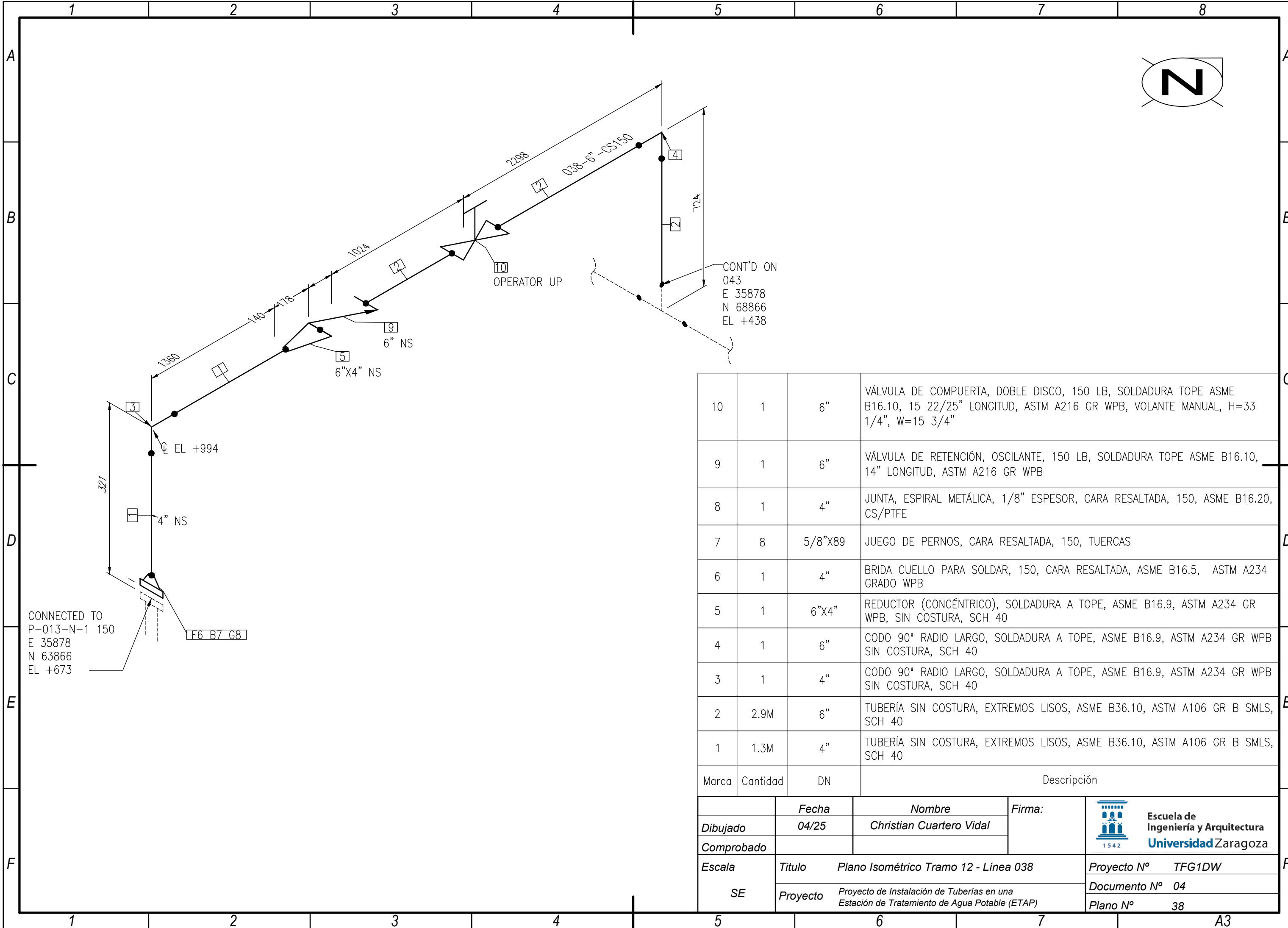


CONNECTED TO
P-009-N-1 150
E 15878
N 63866
EL +673


CONT'D ON
042
E 15829
N 65365
EL +994

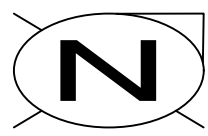
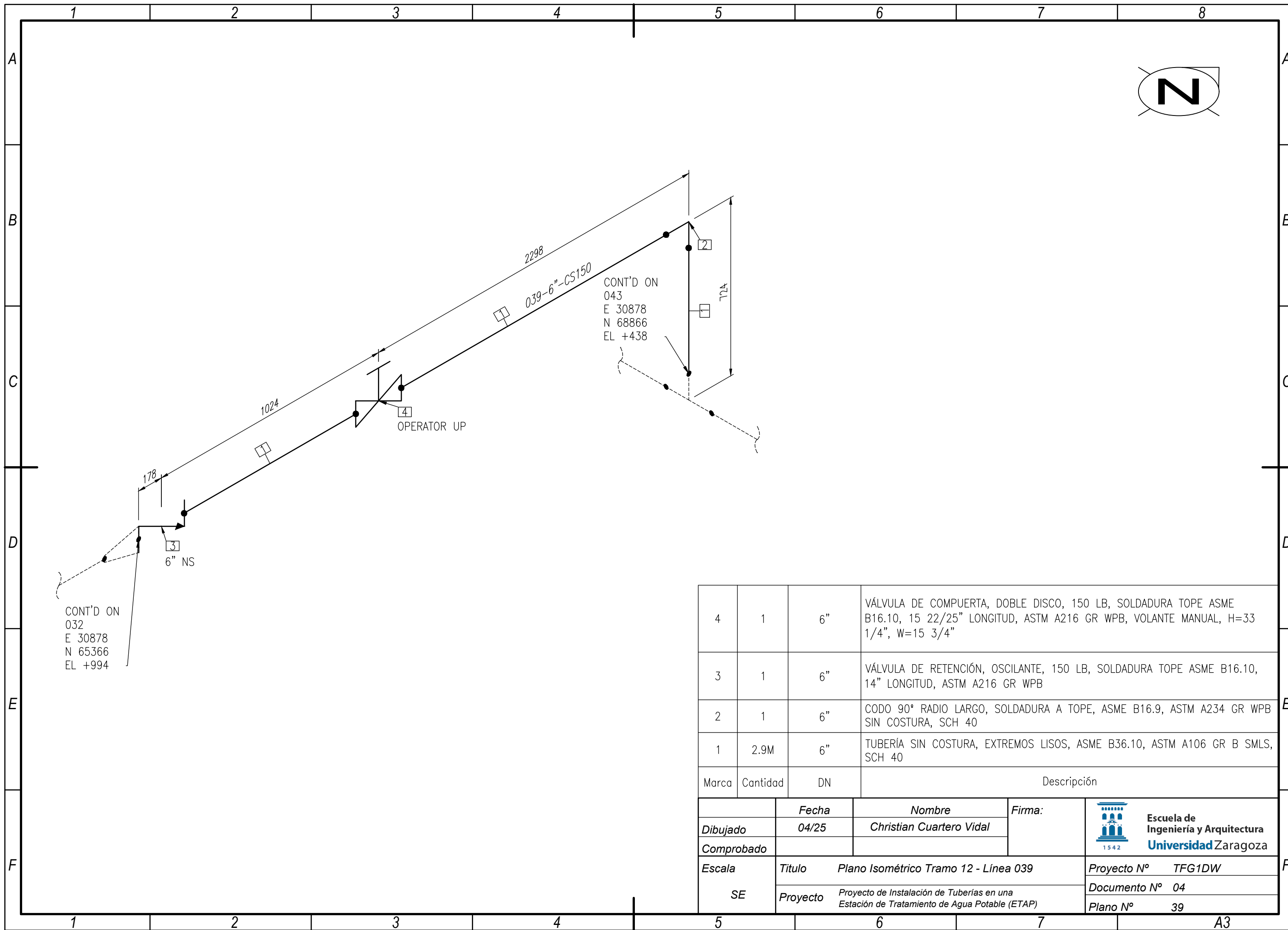
6	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
5	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
4	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
3	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
2	1	4"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	1.3M	4"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 12		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 37



10	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
9	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	5/8"x89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	1	6"x4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
4	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
3	1	4"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2.9M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	1.3M	4"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Titulo	Plano Isométrico Tramo 12 - Línea 038		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 38

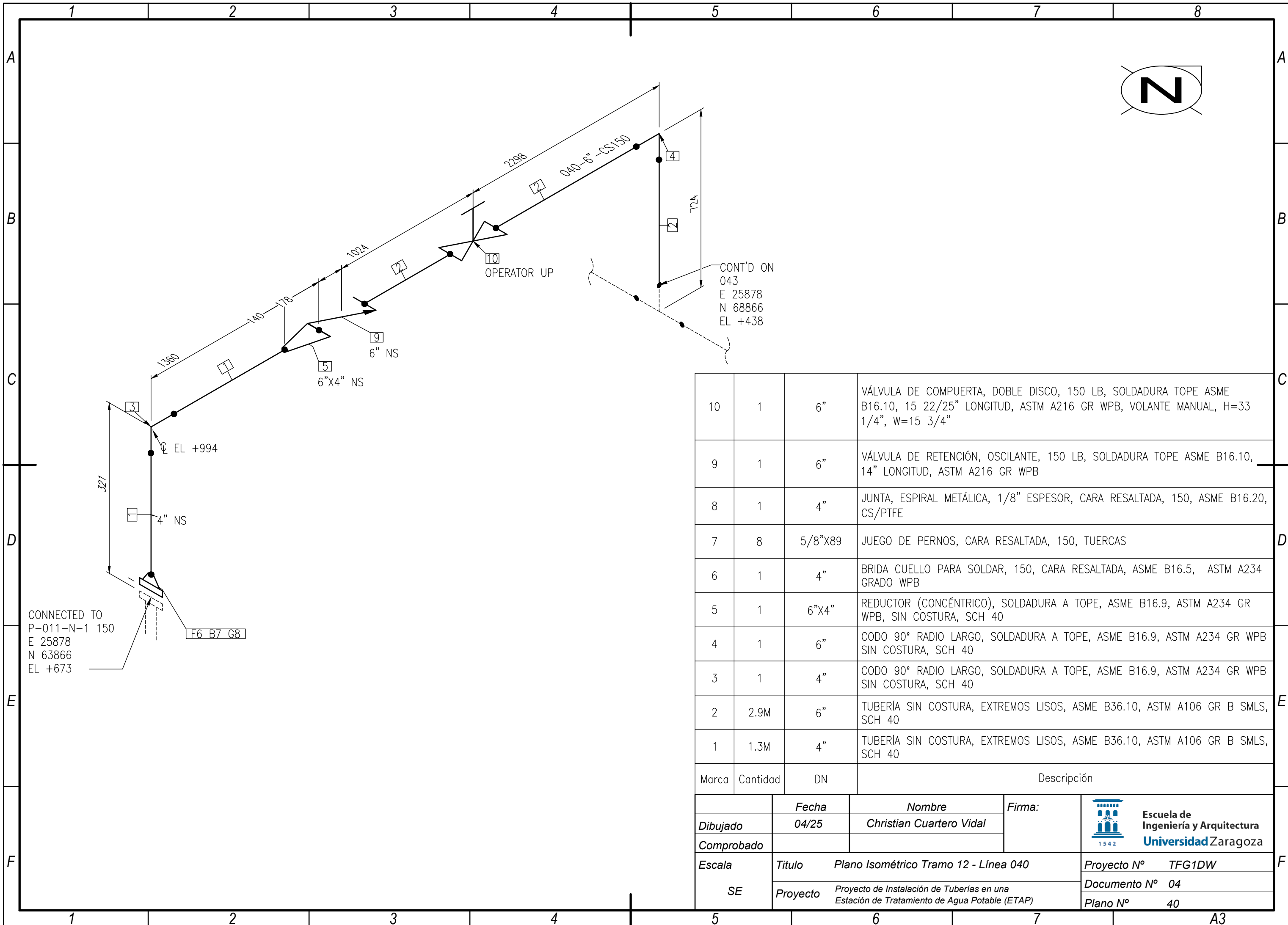


CONT'D ON
032
E 30878
N 65366
EL +994


CONT'D ON
043
E 30878
N 68866
EL +438

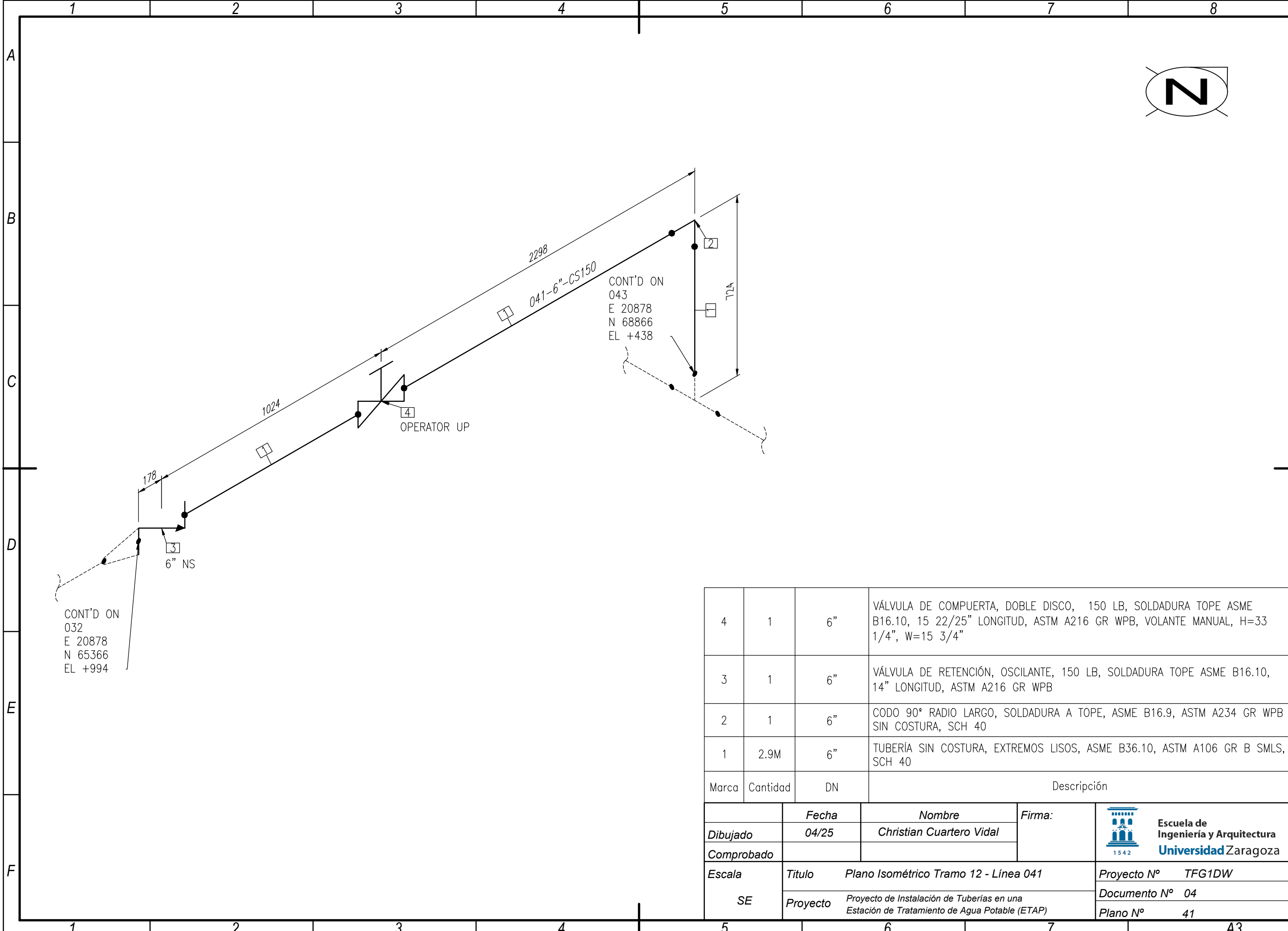
4	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
3	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	2.9M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 12 - Línea 039		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 39



10	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
9	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
8	1	4"	JUNTA, ESPIRAL METÁLICA, 1/8" ESPESOR, CARA RESALTADA, 150, ASME B16.20, CS/PTFE
7	8	5/8"X89	JUEGO DE PERNOS, CARA RESALTADA, 150, TUERCAS
6	1	4"	BRIDA CUELLO PARA SOLDAR, 150, CARA RESALTADA, ASME B16.5, ASTM A234 GRADO WPB
5	1	6"X4"	REDUCTOR (CONCÉNTRICO), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB, SIN COSTURA, SCH 40
4	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
3	1	4"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	2.9M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
1	1.3M	4"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	04/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escala	Título	Plano Isométrico Tramo 12 - Línea 040		Proyecto N° TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 40

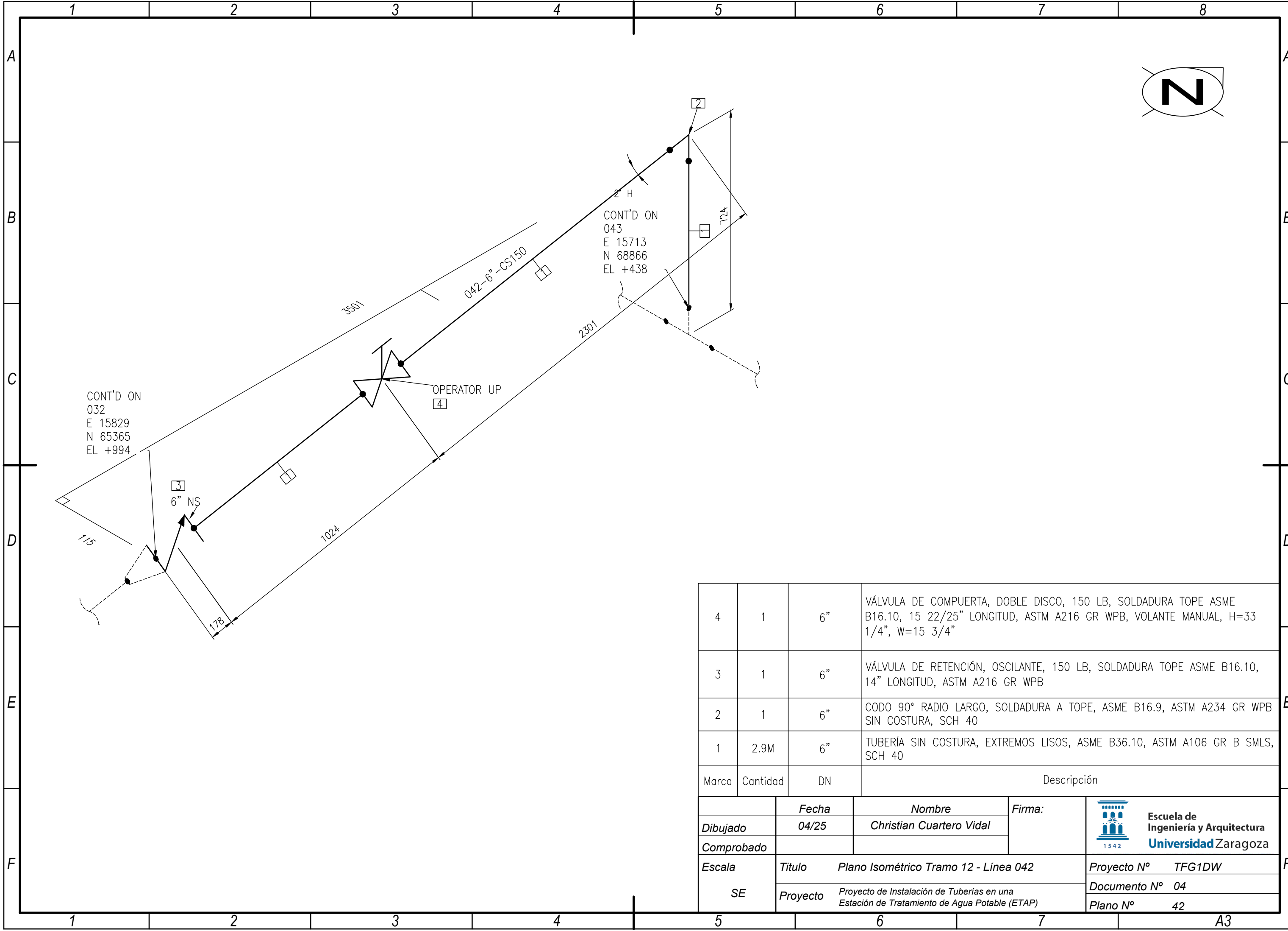


CONT'D ON
032
E 20878
N 65366
EL +994


CONT'D ON
043
E 20878
N 68866
EL +438

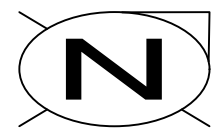
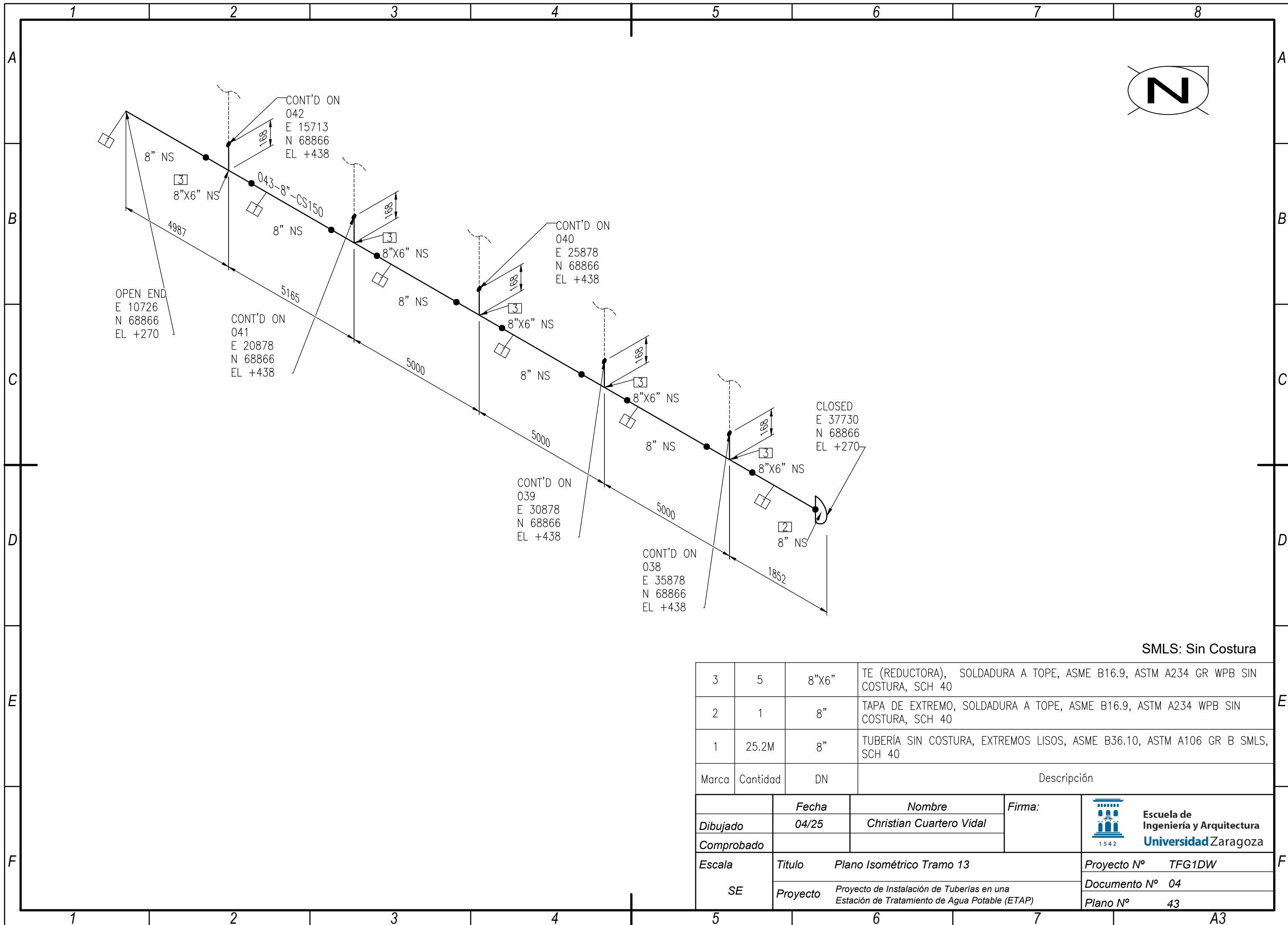
4	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
3	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	2.9M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción
		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal	
<i>Comprobado</i>			
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 12 - Línea 041	
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	
		<i>Proyecto N°</i>	TFG1DW
		<i>Documento N°</i>	04
		<i>Plano N°</i>	41






4	1	6"	VÁLVULA DE COMPUERTA, DOBLE DISCO, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 15 22/25" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB, VOLANTE MANUAL, H=33 1/4", W=15 3/4"
3	1	6"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, OSCILANTE, 150 LB, SOLDADURA TOPE ASME B16.10, 14" LONGITUD, ASTM A216 GR WPB
2	1	6"	CODO 90° RADIO LARGO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	2.9M	6"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
Marca	Cantidad	DN	Descripción

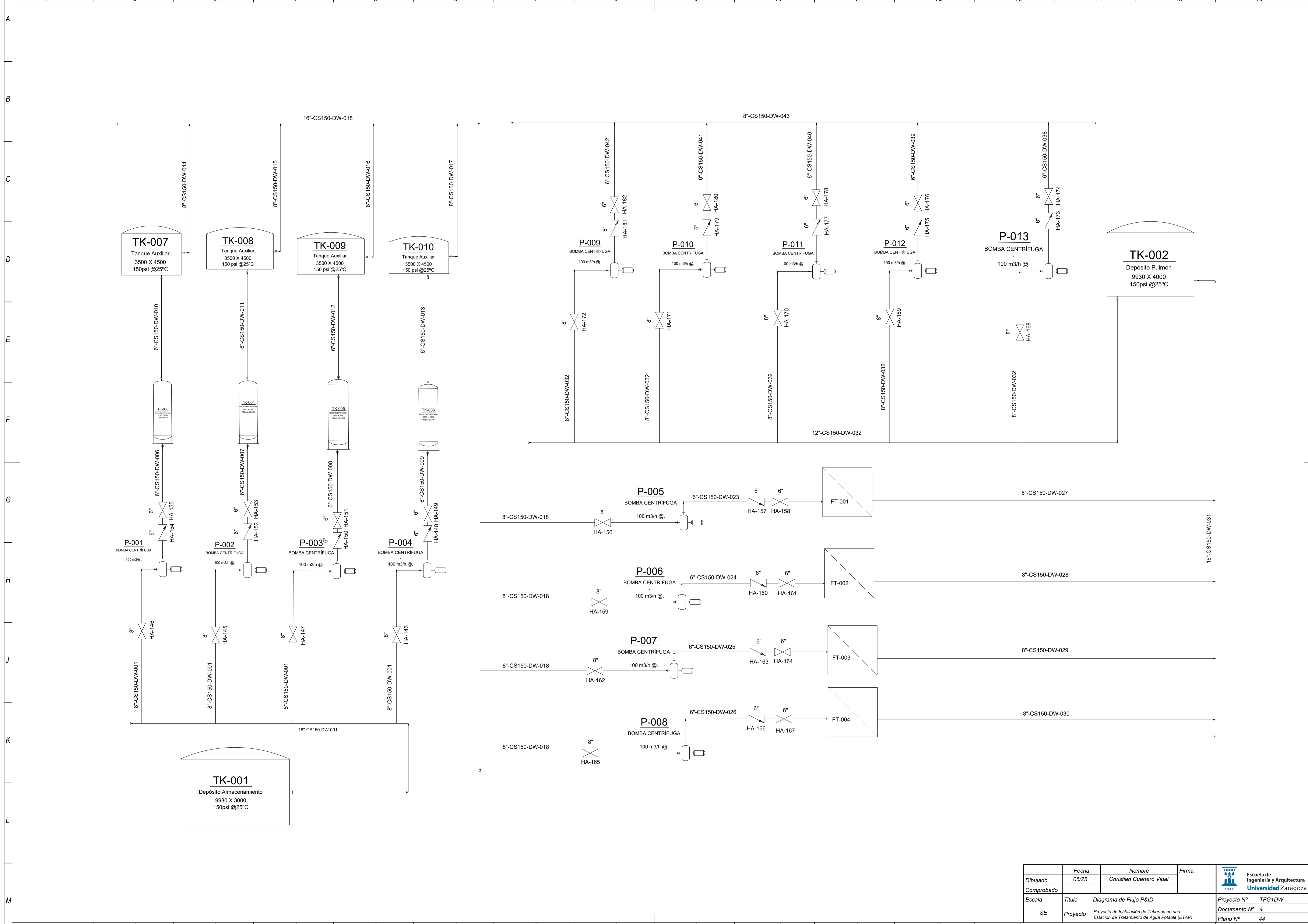
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 12 - Línea 042		Proyecto N° TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		Documento N° 04
				Plano N° 42



SMLS: Sin Costura

Marca	Cantidad	DN	Descripción
3	5	8"X6"	TE (REDUCTORA), SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SIN COSTURA, SCH 40
2	1	8"	TAPA DE EXTREMO, SOLDADURA A TOPE, ASME B16.9, ASTM A234 WPB SIN COSTURA, SCH 40
1	25.2M	8"	TUBERÍA SIN COSTURA, EXTREMOS LISOS, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	04/25	Christian Cuartero Vidal		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Plano Isométrico Tramo 13		<i>Proyecto N°</i> TFG1DW
SE	<i>Proyecto</i>	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)		<i>Documento N°</i> 04
				<i>Plano N°</i> 43



	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	05/25	Christian Cuartero Vidal		
Comprobado				
Escales	Titulo	Diagrama de Flujo P&ID	Proyecto N°	TFG1DW
SE	Proyecto	Proyecto de Instalación de Tuberías en una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)	Documento N°	4
			Plano N°	44
				A1