

**MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE
MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP**

Nº EXP: 09.322-0380/2111

ANEJO Nº21. PROGRAMA DE TRABAJOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	5
3. TIEMPO DE EJECUCIÓN	5
3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	5
3.2 FIRMES	6
3.3 HORMIGONES Y ESTRUCTURA DE EDIFICIOS	7
3.3.1 Hormigonado	7
3.3.2 Ferrallado	7
3.3.3 Encofrado	7
3.3.4 Cimbras	7
3.4 ESTRUCTURAS DE ACERO	8
3.5 ALBAÑILERÍA	8
3.5.1 Fábricas de ladrillo.....	8
3.6 CANALIZACIONES ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO	8
4. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS	8
5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	9
6. CONDICIONANTES AMBIENTALES	12
7. PROGRAMA DE TRABAJOS Y PREVISIÓN DE INVERSIONES	12

1. INTRODUCCIÓN

El objeto principal del presente anejo es justificar el plazo de ejecución de las obras del “**PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP**”, dentro de lo estipulado por el Reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, R.D. 1098/2001, en su artículo 132.

Asimismo el propósito es definir claramente los condicionantes técnicos que influyen en la ejecución de los diferentes elementos que integran el proyecto, de tal forma que se obtenga un Plan de Obra concebido racionalmente, teniendo en cuenta unos ritmos realistas de puesta en obra de las distintas unidades y las interferencias existentes entre los distintos tajos.

El Plan de Obra es el instrumento fundamental de planificación de todo proceso constructivo. En él, a través de una estimación y relación cuidadosa de las tareas fundamentales del mismo se pueden estimar los siguientes parámetros:

- Duración de cada una de las tareas de obra.
- Disposición de un orden de ejecución de las tareas lógicas para la consecución del plazo temporal marcado.

Existen diversos métodos de programación de trabajos, los cuales son de uso habitual en la ejecución de obras. La programación realizada se centra en el método de Gantt. Este, comúnmente denominado “diagrama de barras”, se articula a través de dos parámetros fundamentales:

- Abscisas: Duración temporal de los trabajos en función de la unidad de tiempo que se especifique (días, semanas, meses,...). La unidad temporal escogida depende del grado de detalle de la planificación y de la duración de la obra.
- Ordenadas: Se introducen en filas sucesivas las tareas a ejecutar en la obra. Como se ha dicho más arriba dependerá del nivel de planificación. No es conveniente detallar en exceso los tajos cuando se empieza a planificar una obra.

En este Anejo se ha optado por una planificación tipo Gantt ya que se ha considerado como la más útil a efectos de Proyecto de obra, porque permite hacer un estudio previo de la viabilidad de la ejecución de la obra en el plazo.

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

• Despeje-desbroce terreno	134.377,00	m ²
• Terraplén suelo procedente de la excavación	11.633,00	m ³
• Excavaciones a cielo abierto	53.399,00	m ³
• Excavación en zanja	80.061,00	m ³
• Entibación	4.873,00	m ²
• Cama de arena	5.693,00	m ³
• Rellenos	61.917,00	m ³
• Tuberías PEAD, PVC Y PE	8.889,00	ml

• Tubería FD	12.572,00	ML
• Tubería acero inoxidable	1.143,00	ML
• Válvula	368,00	Ud
• Bombas	47,00	Ud
• Pozo de registro y arquetas	427,00	Ud
• Ventosas	32,00	Ud
• Cableado y canaliz. Eléctrica	61.254,00	m
• Acero corrugado B500SD	928.735,00	kg
• Acero S-275 JR	17.816,00	kg
• Hormigón en masa y de limpieza	1.980,00	m ³
• Hormigón armado	9.765,00	m ³
• Encofrado	24.278,00	m ³
• Zahorra artificial	3.830,00	m ³
• Módulo solar fotovoltaico	1.198,00	Ud
• Riego de viales y caminos	350.730,00	m ²
• Riego imprimación	17.014,00	m ²
• Plantación de especie arbórea o arbustiva	23.639,00	ud
• Banda y malla de señalización	15.048,00	m
• Arena silíceo y gravas	2.020,00	m ³

3. TIEMPO DE EJECUCIÓN

En la programación de obra que se adjunta con este anejo, se ha obtenido un plazo de ejecución de las obras del presente proyecto de **VEINTICUATRO MESES (24) meses**, teniendo en cuenta una jornada laboral de 40 horas a la semana.

3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO			
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Terreno	Rendimiento m3/h
Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,0400	BLANDO	25
Camión basculante de 20 t	0,0400	BLANDO	25
Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,0500	MEDIO	20
Camión basculante de 20 t	0,0500	MEDIO	20
Retroexcavador.c/martillo rompedor	0,1000	DURO	10
Camión basculante de 20 t	0,0800	DURO	12,5

EXCAVACIONES EN ZANJA			
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Terreno	Rendimiento m3/h
Retrocargadora neumáticos 75 CV	0,0650	MEDIO	16
Camión basculante de 20 t	0,0650	MEDIO	16
Retroexcavador/martillo rompedor	0,1200	MEDIO/ROCA	9
Camión basculante de 20 t	0,0400	MEDIO/ROCA	25

CARGA Y TRANSPORTE		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Rendimiento m3/h
Pala cargadora s/neumat. 102 CV	0,0289	34,60
Camión basculante de 20 t	0,062	16,13
Pala cargadora s/neumat. 102 CV	0,274	3,65
Camión basculante de 20 t	0,173	5,78
Dumper convencional 2000 kg	0,55	1,82
Pala cargadora s/neumat. 102 CV	1,299	0,77
Camión con caja basculante 4x2 10t	1	1
Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2 m3	0,05	20
Retrocargadora neumáticos 100 CV	0,0200	50
Pala cargad. s/orugas de 112 CV	0,0055	181,82
Camión cisterna de 6 m3	0,0103	97,09
Rulo autopropulsado 8/10 t	0,0175	57,14
Camión basculante de 8 t	0,0135	74,07
Motoniveladora de 149 KW	0,0070	142,86

TERRAPLEN Y RELLENOS		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Rendimiento m3/h
Pala cargad. s/orugas de 112 CV	0,0055	181,82
Camión cisterna de 6 m3	0,0103	97,09
Rulo autopropulsado 8/10 t	0,0175	57,14

TERRAPLEN Y RELLENOS		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Rendimiento m3/h
Camión basculante de 8 t	0,0135	74,07
Motoniveladora de 149 KW	0,0070	142,86
Retrocargadora neumáticos 100 CV	0,0200	50
Rulo autopropulsado 8/10 t	0,0200	50
Rodillo vibrante manual 800 kg	0,0200	50
Camión con tanque para agua de 10 m3	0,0100	100
Pala cargad. s/orugas de 112 CV	0,0410	24,39
Camión grúa de 10 a 12 ton inc. cesta	0,0250	40
Pala cargad. s/orugas de 112 CV	0,1000	10
Rodillo vibrante manual 800 kg	0,0800	12,5
Excavadora hidráulica neumáticos 84 CV	0,0900	11,11
Camión basculante de 20 t	0,0900	11,11
Pala cargad. s/orugas de 112 CV	0,0300	33,33

De acuerdo con las tablas anteriores se toman los siguientes rendimientos/equipo para las actividades de movimiento de tierras:

- Excavación sin clasificar en explanaciones 19 m3/h
- Excavación sin clasificar en zanjas 16 m3/h
- Rellenos generales, terraplenes 110 m3/h
- Coronación de terraplén, explanadas 50 m3/h
- Rellenos localizados 50 m3/h
- Rellenos en zanjas 54 m3/h

3.2 FIRMES

FIRMES		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Rendimiento m3/h
Extendido		
Motoniveladora de 149 KW	0,03	33,33
Motoniveladora de 149 KW	0,01	100
Compactación		
Compactador vibrat. autopr. 9/12 t	0,03	33,33
Compactador vibrat. autopr. 9/12 t	0,01	100
Humectación		

FIRMES		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m3	Rendimiento m3/h
Camión cisterna de 6 m3	0,01	100
Camión cisterna de 6 m3	0,03	33,33

MEZCLA BITUMINOSA		
Tipo de Maquina	Rendimiento h/m2	Rendimiento m2/h
Extendido		
Extended.asfáltica cadenas 2,5/6m 110CV	0,002	500
Compactación		
Compactador asfáltico neumático automatico 6/15 t	0,002	500
Compact. autopropuls. de dos cilindros vibrante de 8/14 t	0,002	500
Transporte		
Camión cisterna para riego con barredora frontal	0,005	200
Camión cisterna de 6 m3	0,002	500
Camión cisterna bituminosa c/lanza 10.000 l	0,002	500

De acuerdo a las tablas anteriores se toman los siguientes rendimientos para las actividades de firmes y mezclas bituminosas:

- Bases y subbases granulares 65 m3/h
- Mezclas bituminosas 450 m2/h

3.3 HORMIGONES Y ESTRUCTURA DE EDIFICIOS

3.3.1 Hormigonado

Puesta en obra. La puesta en obra puede hacerse por vertido directo, con grúa, o con bomba; estas últimas pueden ser fijas o montadas sobre camión, con alturas de plumas de hasta 45 m.

Las bombas ofrecen rendimientos de 60 a 80 m3/h.

La compactación del hormigón se realiza con vibradores de aguja de 4 CV. y rendimientos de 5,0 a 10,0 m3/h.

Para el manejo del vibrador se precisa de un peón especializado.

La mano de obra de extendido de 1 m3, se puede estimar en:

- Vertido directo 0,2 h de peón.

- Bombeo 0,225 h de peón.
- Grúa 0,2 h de peón.

3.3.2 Ferrallado

Normalmente en taller se realizan las operaciones de marcado, cortado y doblado de las armaduras, y en obra se procede al montaje, atado y colocación de separadores. En obra se procede al montaje de la armadura. Si la forma de las barras es sencilla, se puede realizar todo el trabajo en obra.

La cuadrilla de ferrallistas se compone de 1 oficial de 1ª y 1 ayudante.

Como norma general se puede admitir que el 30 % del tiempo se dedica al marcaje, cortado y doblado, el 70 % restante en el montaje de la armadura.

Los rendimientos medios por hora de cuadrilla son de 0,010 h/kg, o 10 h/tn.

3.3.3 Encofrado

La cuadrilla de encofradores está compuesta por 1 oficial de 1ª, 1 ayudante y 1 peón.

Como ayuda para el montaje se utilizan grúas automóbiles, o camión equipado con una pluma extensible.

El 80 % de estos tiempos se utiliza para el encofrado, el 20 % restante en desencofrado y limpieza.

Para encofrados curvos los tiempos han de incrementarse en un 40 %.

Los encofrados metálicos admiten un mayor número de posturas, de 25 a 50, en función del trato que se les dé.

Los rendimientos de una cuadrilla se pueden estimar entre 13 y 22 m2/día.

Por cada m2 de encofrado habrá que considerar un consumo de 0,1 litros de desencofrante.

Para encofrados curvos los tiempos han de incrementarse en un 25 %.

Para encofrados de madera el tiempo de camión con pluma será el 10 % del tiempo de mano de obra, para encofrados metálicos el 15 %.

3.3.4 Cimbras

Una cuadrilla de montadores está formada por 1 oficial de 1ª, 1 ayudante y 1 peón, se puede estimar un rendimiento aproximado de 10 m3 de cimbra por hora, incluyendo montaje y desmontaje.

Como medio auxiliar se precisará una grúa pequeña o un camión provisto de grúa auxiliar.

En grandes estructuras la repercusión del tiempo de alquiler será más importante que la mano de obra y maquinaria.

3.4 ESTRUCTURAS DE ACERO

Lo normal es que las estructuras metálicas vengan ya prefabricadas de taller, realizándose el montaje en la obra. Para el montaje se precisará de grupos de soldadura, grúas fijas o móviles, carretillas elevadoras y herramientas de fijación y apriete.

El equipo de montaje se compone de: 1 oficial de 1ª, 1 oficial de 2ª y 1 ayudante. Se estima un rendimiento de 20 horas de cuadrilla para el montaje de 1 tonelada de estructura (0,05 h/kg). Por herramientas se toma un 2 % del coste de mano de obra, y del 20 al 30 % del tiempo de cuadrilla para la grúa. Para soldaduras y elementos de unión se estima un 15 % sobre el coste del acero.

3.5 ALBAÑILERÍA

3.5.1 Fábricas de ladrillo

Mano de obra. Se considera una cuadrilla de albañilería compuesta por, 1 oficial de 1ª, 1 ayudante y ½ peón.

Rendimientos por m².					
Tipo de obra	Espesor	Mano de obra Horas	Ladrillo Unidades	Mortero Litros	Agua Litros
Ladrillo perforado	1 pie	0,5	120	55	15

Estos son rendimientos para fábricas a revestir; en el caso de fábricas de ladrillo visto, se incrementarán los tiempos de mano de obra en un 25 % y hasta el 30 % si se considera el rejuntado.

3.6 CANALIZACIONES ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO

Las tuberías se colocan sobre un lecho de arena de 10 a 20 cm de espesor, recubriéndose, también con arena o con otro material sin elementos gruesos. En diámetros grandes puede sustituirse la arena por un material granular, zahorras; para las tuberías de hormigón armado con camisa de chapa o postensado, puede ser necesario realizar el lecho con hormigón en masa, en función del timbraje y las características del terreno.

El equipo para la colocación de tuberías se compone de 1 oficial de 1ª, 1 ayudante y 1 peón especialista. Las tuberías de diámetro pequeño o poco pesadas se colocan a mano, para las mayores se necesita un camión con grúa auxiliar, e incluso grúas en el caso de las tuberías de fundición y hormigón con camisa de chapa, de mayor peso unitario.

En la tabla siguiente se dan unos rendimientos aproximados para la colocación de un metro lineal de tubería.

MATERIAL DIAMETROS	HORAS DE EQUIPO	HORAS DE GRÚA AUXILIAR
PVC Y PE		
50 A 110 mm	0,08-0,15	
125 a 250 mm	0,15-0,25	0,01-0,02
300 a 500 mm	0,3-0,4	0,025-0,04
600 a 800 mm	0,5-0,6	0,05-0,08
FUNDICIÓN ACERO		
60 A 100 mm	0,1-0,2	
125 a 250 mm	0,25-0,40	0,01-0,02
300 a 500 mm	0,5-0,60	0,025-0,04
600 a 800 mm	0,5-0,8	0,05-0,08

De acuerdo a las tablas anteriores se toman los siguientes rendimientos para las actividades de colocación de tuberías:

- PVC Y PE hasta 250 mm 50 m/día equipo
- PVC y PE 300 a 500 mm 25 m/día equipo
- PVC y PE 600 a 800 mm 15 m/día equipo
- Fundición y acero hasta 100 mm 50 m/día equipo
- Fundición y acero 125 a 250 mm 32 m/día equipo
- Fundición y acero 300 a 500 mm 15 m/día equipo
- Fundición y acero 600 a 800 mm 12 m/día equipo
- Hormigón 1000 a 1500 mm 12 m/día equipo

4. CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

El clima es uno de los condicionantes externos más importante que puede hacer que la obra no acabe dentro del plazo previsto, o en el supuesto de que el plazo de ejecución se quiera mantener en la fecha prevista, va a hacer que se tengan que incrementar los medios materiales y humanos necesarios para realizar las unidades de obra posteriores

Se ha realizado un estudio para conocer los coeficientes medios anuales, que permitan la obtención de los días útiles de trabajo en las diferentes unidades de obra, debido a las posibles condiciones meteorológicas adversas. Para ello se ha incluido en el cálculo el coeficiente correspondiente a la provincia, que se ha obtenido de las tablas publicadas por el Ministerio de Fomento, y que se muestra a continuación.

COEFICIENTES MEDIOS ANUALES PARA OBTENCIÓN DEL Nº DE DÍAS ÚTILES DE TRABAJO, A PARTIR DEL Nº DE DÍAS LABORALES

PROVINCIA	CLASE DE OBRA				
	HORMIGON	EXPLANACIONES	ÁRIDOS	RIEGOS Y TRATAMIENTOS	MEZCLAS BITUMINOSAS
ALAVA	0,817	0,715	0,930	0,349	0,526
ALBACETE	0,790	0,747	0,967	0,476	0,654
ALICANTE	0,964	0,924	0,968	0,721	0,835
ALMERIA	0,967	0,944	0,967	0,833	0,920
AVILA	0,788	0,735	0,972	0,376	0,569
BADAJOS	0,933	0,878	0,952	0,641	0,776
BALEARES	0,959	0,906	0,962	0,674	0,821
BARCELONA	0,936	0,887	0,941	0,660	0,811
BURGOS	0,760	0,693	0,942	0,300	0,507
CACERES	0,943	0,878	0,956	0,557	0,764
CADIZ	0,945	0,885	0,947	0,771	0,822
CASTELLON	0,959	0,911	0,965	0,738	0,858
CIUDAD REAL	0,860	0,805	0,954	0,574	0,704
CORDOBA	0,913	0,857	0,927	0,606	0,754
LA CORUÑA	0,901	0,776	0,902	0,506	0,632
CUENCA	0,716	0,661	0,944	0,453	0,574
GERONA	0,847	0,792	0,921	0,506	0,652
GRANADA	0,882	0,820	0,960	0,521	0,694
GUADALAJARA	0,859	0,797	0,962	0,448	0,647
GUIPÚZCOA	0,837	0,718	0,855	0,410	0,554
HUELVA	0,934	0,884	0,948	0,697	0,831
HUESCA	0,835	0,788	0,943	0,442	0,643
JAEN	0,923	0,889	0,936	0,648	0,810
LEON	0,744	0,679	0,942	0,341	0,520
LERIDA	0,893	0,851	0,965	0,509	0,704
LOGROÑO	0,895	0,817	0,967	0,452	0,649
LUGO	0,831	0,720	0,920	0,364	0,547
MADRID	0,891	0,830	0,950	0,466	0,662
MALAGA	0,947	0,896	0,953	0,722	0,858
MURCIA	0,956	0,914	0,972	0,735	0,878
NAVARRA	0,861	0,768	0,931	0,417	0,595
ORENSE	0,887	0,795	0,918	0,454	0,634
OVIEDO	0,883	0,766	0,905	0,394	0,538
PALENCIA	0,824	0,775	0,977	0,393	0,604
LAS PALMAS	0,986	0,864	0,984	0,917	0,917
PONTEVEDRA	0,845	0,747	0,848	0,552	0,647
SALAMANCA	0,792	0,744	0,960	0,401	0,571
TENERIFE	0,966	0,827	0,972	0,820	0,870
SANTANDER	0,886	0,756	0,881	0,446	0,564
SEGOVIA	0,821	0,745	0,963	0,381	0,552
SEVILLA	0,936	0,889	0,943	0,666	0,807
SORIA	0,693	0,623	0,952	0,332	0,496
TARRAGONA	0,952	0,916	0,956	0,651	0,832
TERUEL	0,701	0,657	0,955	0,368	0,527
TOLEDO	0,892	0,830	0,959	0,508	0,694
VALENCIA	0,960	0,914	0,966	0,673	0,826
VALLADOLID	0,796	0,736	0,953	0,361	0,548
VIZCAYA	0,857	0,751	0,881	0,463	0,597
ZAMORA	0,818	0,754	0,938	0,427	0,614
ZARAGOZA	0,933	0,870	0,974	0,530	0,718
Coefficiente Medio	0,874	0,806	0,944	0,532	0,686

Así pues, en la provincia de Huesca se aplicarán los siguientes coeficientes medios:

TRABAJOS	Coefficiente medio (Cm)
Explanaciones	0,788
Hormigones	0,835
Producción de áridos	0,943
Riegos y tratamiento superficial	0,442
Mezclas bituminosas	0,643

Dentro de las condiciones climáticas adversas, y teniendo en cuenta las condiciones climáticas de Huesca, las que más pueden influir en la obra serán la lluvia y la nieve, ya que además de la probable imposibilidad de trabajar el día en que se produzca el fenómeno, puede quedar el terreno impracticable para realizar las obras durante varios días. Esto perjudicará especialmente a aquellas tareas en las que hay que emplear maquinaria pesada (retroexcavadoras, camiones, etc.) como son los movimientos de tierras, terraplenes, aplicaciones de firme, etc.

Otro condicionante climático importante, sobre todo a la hora de realizar unidades de obra en las que hay que utilizar hormigón (estructuras, aplicación de firmes, cunetas, etc.) será la temperatura, ya que el hormigón no realiza el fraguado correctamente con temperaturas por debajo de 0 °C. Siempre está la opción de emplear anticongelante en el hormigón, no obstante, si la temperatura desciende por debajo de -5 °C no es aconsejable realizar tareas de hormigonado. Las bajas temperaturas influirán también en gran medida a la hora de aplicar las mezclas bituminosas, ya que estas labores se aconsejan realizarlas siempre por encima de los 3º C.

En función de los condicionantes climáticos, los medios humanos y materiales, así como el calendario laboral correspondiente al convenio de construcción de la provincia de Huesca, se han confeccionado los rendimientos de cada actividad, para su aplicación en la programación de los trabajos. Así se obtienen los días de duración de cada actividad, los cuales quedan plasmados en el plan de obra adjunto al final del presente anejo.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Las unidades constructivas que constituyen el **PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP**, se pueden resumir en:

Estación de tratamiento de agua potable (E.T.A.P):

Dispone de los siguientes procesos y elementos en su línea de agua y línea de fangos:

1. Obra de entrada, registro y control de caudales de entrada.

Se ha proyectado una obra de control y registro de los caudales de entrada a la EDAR con un caudalímetro electromagnético y una válvula reguladora de mariposa en diámetro Ø600.

El diseño propuesto tiene una derivación también proyectada en Ø600 para permitir el funcionamiento de la ETAP en el caso que sea necesario efectuar alguna reparación o cambio en el caudalímetro.

Se han proyectado tres arquetas de hormigón para alojar las válvulas de mariposa, el caudalímetro y los carretes de desmontaje de dimensiones en planta 2,30 x 2,40, 2,0 x 2,4 m, 1,40 x 3,30 todas con 1,85 m de profundidad.

2. Tamizado de las aguas mediante dos (1+1R) canales con un equipo automático de luz de paso 6,00 mm y retención de los posibles sólidos de mayor tamaño que pueda traer el agua desde las fuentes de suministros.

Se ha previsto dos canales de tamizado para caudal máximo de 425 l/s en el futuro, uno de ellos equipado con un tamizado de limpieza automático y el otro canal de emergencia con una reja de limpieza manual, ambas con una luz de paso de 6 mm. La longitud de estos canales es de 3,80 m.

Se han dispuesto de compuertas de accionamiento servomotorizado, medidores de nivel en continuo y boyas para asegurar el funcionamiento automático de esta instalación.

3. Preoxidación y desinfección inicial del agua.

Para eliminar los microorganismos patógenos y oxidar la materia orgánica, en la nueva ETAP de Huesca, se han previsto mediante diversos sistemas para que el operador de la planta disponga de la máxima flexibilidad para hacer frente a diferentes casuísticas que se le pueda presentar según la calidad del agua de los embalses

Ozono:

Se ha previsto una cámara de contacto en dos etapas con sus correspondientes sistemas de difusores cerámicos de burbuja fina.

Para la eliminación del ozono que no ha reaccionado, se ha previsto un destructor catalítico de ozono en la zona superior de la cámara de preozonización. Se ha previsto un equipo de capacidad 100 Nm³/h y potencia térmica 0,7 kW con un ventilador extractor de 0,6 kW.

Otros desinfectantes y oxidantes:

Se ha previsto una instalación auxiliar para dosificación de permanganato potásico.

4. Tratamiento previos para equilibrar el agua, ajustar su pH y reducir su dureza mediante CO₂ y carbonato sódico. Se han dispuesto de dos cámaras de contacto de 55 m³ dotadas de agitador de eje vertical.

5. Tratamiento físico químico con el objetivo de eliminar los sólidos en suspensión y obtener valores de turbidez adecuados. Se proyectan tres líneas cada una de ellas de capacidad de 100 l/s con cámara de mezcla de coagulante de 15,63 m³, cámara de floculación de 141,91 m³ y decantador lamelar de dimensiones 11,0 x 11,00 x 5,50 m de calado útil.

Se ha proyectado tres cámaras de mezcla de dimensiones 2,50 x 2,80 x 2,50 m de calado para obtener un tiempo de retención superior a 2 min para el caudal de diseño de la planta de 300 l/s, con agitador vertical de hélice con motor de potencia de 0,75 kW.

Previo a las cámaras de mezcla se ha dispuesto de un reparto mediante vertederos de 1 m de longitud y compuertas de aislamiento para lograr un adecuado reparto entre las tres líneas según las necesidades de operación de la planta.

Se han previsto dos instalaciones diferentes de almacenamiento y dosificación de reactivos coagulantes (sulfato de alúmina y policloruros de aluminio) siendo el punto de dosificación las cámaras de mezcla.

A continuación, se ha proyectado 6 cámaras de floculación donde se dosificará el reactivo floculante. Cada cámara tiene unas dimensiones unitarias de 5,25 x 5,30 x 5,0 m, para disponer de un volumen total entre las tres líneas de 834,75 m³ y un tiempo de retención superior a 45 min en la floculación.

En cada cámara de floculación se dispondrá de agitadores verticales tipo hiperbólicos de 2,50 m de diámetro accionados por motores de 1,1 kW de potencia nominal. Cada decantador estará alimentado

desde dos cámaras de floculación y para evitar la formación flujos preferenciales en el decantador, cada pareja de agitadores se dispondrá con sentidos de giro contrarios entre sí.

6. Decantación

Se proyectan tres decantadores lamelares de planta rectangular de dimensiones 11 x 11 m y se reserva el espacio para la construcción de una cuarta línea más cuando se amplie la capacidad de la ETAP en un futuro hasta los 425 l/s. El fondo es troncocónico, contemplándose unos hormigones de segunda fase en la transición entre ambas formas geométricas. La profundidad es de 5.45 m.

En la parte superior, se dispone cuatro canaletas para recogida del clarificado con una longitud total por decantador de 72 m, obteniéndose una carga hidráulica sobre vertedero 5,0 m³/m/h a caudal de diseño.

A una profundidad de 0,8 m se proyecta las lamelas, instalándose un volumen de 93,33 m³ sobre soportes. Las lamelas ocupan una superficie en planta de 10,37 x 9,0, con un altura de 1,0 m y superficie específica de 11 m²/m³.

Los fangos decantados se recogerán y se concentrarán en el fondo de cada decantador mediante una rasqueta con accionamiento central situada en una pasarela que los llevará hasta la poceta central. Los fangos serán aspirados por conducciones de Ø150 hasta las bombas de purga de fangos, proyectándose 3+1 bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 15 m³/h para su impulsión mediante otra conducción Ø80 hasta la línea de fangos de la ETAP.

7. Filtración por arena, compuesto de seis líneas con una superficie unitaria de 103,68 m². Los filtros son abiertos con un espesor de arena de 1,00 m y falsos fondos construidos en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

Además, se ejecutarán instalaciones de lavado de los filtros en tres etapas denominadas, agitación, lavado y aclarado (aire, aire – agua y agua) dimensionadas respectivamente con velocidades de 60 m/h para el aire, 12,5 m/h y 25 m/h para el agua en las fases de lavado y aclarado. Estas instalaciones se ubican en el interior de un edificio junto con un depósito de agua filtrada y un bombeo que impulsará el agua a los tratamientos avanzados.

8. Tratamientos y procesos avanzados para asegurar la eliminación de otros contaminantes peligrosos para salud, como restos de pesticidas, disruptores endocrinos, etc. que consisten una oxidación avanzada mediante ozonización intermedia y dosificación de peróxido de hidrógeno, con una filtración posterior de carbón activado granular en cuatro líneas con un tiempo de retención superior a 15 min.

9. Edificio de reactivos para alojar las instalaciones de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos de la línea de agua, incluyendo coagulante, floculante, producción de ozono, carbón activo en polvo, carbonato y permanganato.

10. Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hipoclorito para preoxidación y desinfección final y peróxido de hidrógeno se ubican en sendos edificios específicos de acuerdo a las normas de APQ en vigor.

11. Los fangos producidos en los lavados de los filtros y en el tratamiento físico-químico serán conducidos a una línea específica de tratamiento para su concentración progresiva, retornando el agua procedente de los escurridos y reboses a la línea de agua y asegurar el vertido cero de la instalación.

Estos tratamientos constan de:

- Un depósito de homogeneización de fangos procedentes de la filtración.
- Dos espesadores de gravedad
- Un depósito de homogeneización de fangos espesados, así como las instalaciones de deshidratación mediante dos centrifugas y tolva de almacenamiento de fangos.

12. La ETAP de Huesca incluye la construcción de un nuevo depósito de regulación de agua tratada de capacidad 12.200 m³ con equipos de bombeo y depósito elevado para asegurar la presión de suministro en la red de abastecimiento.

13. En lo que respecta a electricidad, instrumentación y control, se ejecutarán las precisas instalaciones eléctricas para suministro de energía a los motores y consumidores con centro de seccionamiento, transformación, cuadros generales de distribución y CCM's para alojar las protecciones correspondientes, cableados y canalizaciones.

Para incremento de la sostenibilidad, se instalarán placas fotovoltaicas para minorar en gran manera el consumo de energía que necesitan los diversos procesos. Los motores de gran consumo tendrán calificación energética IE3 y la iluminación será LED.

Se instalarán una serie de autómatas que recibirán las señales de los diversos motores e instrumentación de la nueva ETAP, arqueta de distribución y de los depósitos de agua tratada.

14. Por último, cabe destacar que se ejecutará la construcción de un edificio de control y de explotación de planta única, donde se ubicarán las oficinas para los técnicos, las instalaciones de higiene y bienestar para los operarios y los talleres mecánicos y eléctricos para el mantenimiento del equipamiento de la ETAP.

Conducciones, edificios auxiliares de conducciones y conexiones:

- Tubería de entrada a la ETAP. De fundición dúctil, diámetro nominal 700 mm y con una longitud total de 10.904 metros, toma el agua procedente del embalse de Montearagón y la transporta hasta la estación de tratamiento de agua potable, pasando previamente por el edificio de conexiones. La disposición de la misma conlleva la ejecución de un importante volumen de movimientos de tierras, ya que irá dispuesta en zanja. Así mismo, se dispondrán a lo largo de la traza distintas arquetas (de toma, caudalímetros, de corte, ventosas) y pozos de desagüe.
- Tubería de salida de la ETAP. De fundición dúctil, diámetro nominal 700 mm y con una longitud total de 757 m, transporta el agua tratada en la ETAP (también conocida como efluente) hasta el edificio de conexiones, para su derivación a las tuberías de abastecimiento de 'Loporzano' y 'Depósito de Montearagón', a través de las cuales se abastecerá a la población de Huesca. Discurre paralela a lo largo de toda su longitud con la tubería de entrada a la ETAP y al igual que esta, su construcción implicará la disposición de distintas arquetas y pozos de desagüe.
- Tubería de saneamiento. De PEAD, diámetro nominal 160 mm y con una longitud de 1141 m, encargada de evacuar el agua residual generada en la ETAP hasta la red de saneamiento municipal, más concretamente, en la toma dispuesta en el polígono industrial SEPES. La traza discurre en la primera parte del recorrido paralela a las otras dos tuberías, tras lo cual cruza la A-22 a través de un marco de hormigón prefabricado ya existente en el cual ya atraviesan las tuberías de abastecimiento de agua de 'Loporzano' y 'Depósito de Montearagón'. La construcción de la misma irá acompañada igualmente de una serie de arquetas y desagües a disponer junto a la traza.
- Edificio de Conexiones: La finalidad del mismo es permitir la conexión de las tuberías de entrada y salida de la ETAP con las tuberías ya existentes de abastecimiento 'Loporzano' y 'Depósito de Montearagón'. De esta forma se tendrá la opción de derivar el agua que éstas transportan a la de entrada de la ETAP

para tratarla, o bien bypassar la misma si no se desea enviar dichos caudales a tratamiento. Además de ello, derivará el agua tratada en la ETAP, transportada por la tubería de salida, a una de estas para su consiguiente abastecimiento a la población.

El edificio se articula en base a un foso subterráneo de hormigón armado donde se alojan todos los elementos hidráulicos. Sobre el foso se dispone el edificio con estructura de vigas y pilares también de hormigón armado con cerramiento de fábrica de bloque. Los pilares disponen de una ménsula para el apoyo de los carriles del puente grúa. Las dimensiones interiores del edificio son 12,80 x 7,85 m. La ejecución del mismo irá acompañada de su correspondiente instalación eléctrica, la urbanización alrededor del edificio y el reacondicionamiento del camino de acceso al mismo.

- Modificación de la tubería del depósito de Loporzano. En el edificio de conexiones se conectan las tres fuentes de abastecimiento (Embalse de Montearagón, Depósitos de Loporzano y Montearagón). Para ello se hace necesario desviar la tubería existente del Depósito de Loporzano hasta el edificio de conexiones. El desvío se materializa mediante tubería de FD DN 350 con una longitud total de 312 metros.
- Línea Eléctrica. La alimentación de energía eléctrica a la ETAP, según las condiciones de Suministro de la Compañía Distribuidora Endesa, se realizará en media tensión desde la línea aérea de MT "FORNILLO" de 15 kV, LA-56, propiedad de Endesa. Dicha línea aérea transcurre al Oeste de la futura ETAP con un trazado de Sur a Norte.

El punto de conexión con la citada red será mediante cruceta de derivación con seccionamiento y fusibles en el apoyo TM Nº 14 de dicha línea a sustituir por el existente, desde el que se realizará el entronque en vano destensado. Las conexiones y sustitución de dicho apoyo serán ejecutadas por Endesa.

Características generales de la Línea:

- o Nº de vanos y de apoyos: 8
- o Longitud vanos: variable
- o Longitud total: 1.050 m (medida en proyección)
- o Apoyos metálicos: 1x C-2000-10, 2x C-2000-14, 1x C-2000-16, 1x C-1000-12, 2x C-500-14, 1x C-500-18.
- o Aisladores: de vidrio templado, y poliméricos
- o Cadenas de amarre con aisladores poliméricos C3670EBAV_AR y de suspensión con aisladores U70BS, y herrajes de acero normalizados.
- o Cable desnudo Aluminio /Acero (LA-56)
- o Nº de conductores por fase: 1
- o Nº de circuitos: 1
- o Tensión de la línea: 15 kV
- o Categoría: 3ª, según artículo nº 3, del R.L.A.T.
- Accesos.

Acceso a la ETAP. En el inicio del Camino de Fornillos se diseña un vial de 415 metros de longitud. Posee una sección transversal conformada por 2 carriles de 3,5 metros y arcenes de 0,5 metros. Para dimensionar el firme se ha considerado una categoría de tráfico pesado T42 (< de 25 vehículos pesados al día) y una explanada E3. La sección de firme adoptada es la 4221 según la figura 2.2 de la Norma 6.1 IC – Secciones de Firmes, es decir, 20 cm de zahorra artificial y 5 cm de MBC.

Acceso al edificio de conexiones. El acceso al edificio de conexiones se realiza en el mismo punto de inicio del camino de acceso a la ETAP. Discurre por un camino existente en buenas condiciones paralelo a la Autovía A-23 hacia el este en una distancia de unos 400 metros. En este punto entronca con otro camino existente que da acceso directo al edificio de conexiones. Este camino se encuentra actualmente en malas condiciones por lo que se ha diseñado su adecuación en una longitud de 146 metros con una sección transversal de 5 metros de ancho, saneo de 40 cm y aporte de zahorra con un espesor de 25 cm.

Otras actuaciones a contemplar en la programación

- Seguimiento ambiental. Durante la fase de ejecución, el seguimiento y control se centrará en verificar la correcta realización de las obras del proyecto, en lo que respecta a las especificaciones del mismo con incidencia ambiental, y de las medidas preventivas y correctoras propuestas según las indicaciones del presente documento. Además, se vigilará la posible aparición de impactos no previstos o para los que no se han propuesto medidas preventivas o correctoras.
- Seguimiento arqueológico: Durante la fase de construcción deben realizarse seguimientos arqueológicos de los movimientos de tierras, agentes de impacto potencial sobre yacimientos arqueológicos ocultos que no han sido detectados superficialmente.

Las instalaciones y obras auxiliares que excedan el transecto prospectado deben ser comunicados a la Administración Autonómica y localizados espacialmente al objeto de disponer de autorización previa. En los bienes patrimoniales que pudieran ser impactados deberá realizarse un programa de documentación etnoarqueológica durante el seguimiento de las obras. Éste consistirá básicamente en planimetrías específicas y documentación fotográfica intensiva. Estos trabajos se prolongarán durante el tiempo que duren las obras.

- Gestión de Residuos: se llevará a cabo una gestión adecuada de todo tipo de residuos durante el tiempo que duren las obras, tal y como se refleja en el anejo correspondiente.
- Seguridad y Salud: Con el objetivo de llevar a cabo el Plan de Seguridad y Salud, elaborado mediante el Estudio de Seguridad y Salud que se adjunta en el presente proyecto, se llevará a cabo, a lo largo del tiempo de duración de la obra, una serie de actuaciones para evitar los accidentes laborales.

6. CONDICIONANTES AMBIENTALES

El Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) en su informe sobre el proyecto con número de expediente INAGA/500201/20/2022/11005 indica que *“se deberá adecuar y compatibilizar el cronograma de las obras con la ecología de la comunidad faunística de la zona, evitando realizar trabajos en periodos de reproducción o periodos sensibles de las especies, que tienen lugar principalmente entre los meses de marzo a junio”*. Este informe se adjunta en el Anejo Nº 25. Integración Ambiental.

Se entiende que esta indicación hace referencia a la ejecución de la tubería entre el PK 0+000 y 6+150, es decir, en el tramo en que la conducción discurre cercana al Río Flumen puesto que el resto de la actuación se desarrolla sobre terrenos agrícolas.

El cronograma que se presenta en las siguientes páginas está referido a meses genéricos sin establecer una fecha concreta de comienzo de las obras puesto que este dato se desconoce. El adjudicatario de las obras deberá adecuar este cronograma al condicionado establecido en la Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental por la que se formula Informe de Impacto Ambiental del proyecto “Construcción de abastecimiento de agua a Huesca. Conducción desde el embalse de Montearagón y nueva ETAP”, en el que

se indica: La construcción de la conducción de entrada se suspenderá entre los PK 0+000 y 6+150 entre marzo y junio ambos inclusive, y en su último cruce del río Flumen entre Quicena y Loporzano entre el 15 de febrero y el 30 de junio.

7. PROGRAMA DE TRABAJOS Y PREVISIÓN DE INVERSIONES

A continuación, se presenta el programa de trabajos que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales unidades básicas de la obra, así como la previsión de inversiones (presupuestos parciales por mes).

Responde a un planteamiento de desarrollo ideal de la obra, que en la práctica puede sufrir múltiples alteraciones. Por estos motivos el programa aquí indicado debe ser tomado a título orientativo, pues su fijación a nivel de detalle corresponderá al adjudicatario de la obra, habida cuenta de los medios con los que cuente y el rendimiento de los equipos, que deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

CAPÍTULOS / MESES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
ACTIVIDADES PREVIAS																								
O.C. Y E.M. DE LA ETAP																								
PRUEBAS ETAP																								
CONDUCCIONES																								
LÍNEA ELÉCTRICA																								
TELECONTROL																								
SERVICIOS AFECTADOS																								
INTEGRACIÓN AMBIENTAL																								
SEGUIMIENTO ARQUEOL./AMBIENTAL																								
GESTIÓN DE RESIDUOS																								
SEGURIDAD Y SALUD																								
MANUAL OPERACIÓN Y MANTTO.																								
INVERSIÓN PREVISTA MENSUAL (P.E.M.)	10.625,88	1.553.095,52	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.592.704,36	1.592.704,36	1.592.704,36	1.592.704,36	1.592.704,36	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.567.310,06	1.154.770,35	1.154.770,35	1.140.555,81	379.234,94	326.298,93	310.910,71
INVERSIÓN PREVISTA ACUMULADA (P.E.M.)	10.625,88	1.563.721,40	3.131.031,46	4.698.341,52	6.265.651,58	7.858.355,94	9.451.060,30	11.043.764,66	12.636.469,02	14.229.173,38	15.796.483,44	17.363.793,50	18.931.103,56	20.498.413,62	22.065.723,68	23.633.033,74	25.200.343,80	26.767.653,86	27.922.424,21	29.077.194,56	30.217.750,37	30.596.985,31	30.923.284,24	31.234.104,46
INVERSIÓN PREVISTA MENSUAL (P.B.L. S/ I.V.A.)	12.644,80	1.848.183,67	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.895.318,19	1.895.318,19	1.895.318,19	1.895.318,19	1.895.318,19	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.865.098,97	1.374.178,72	1.374.178,72	1.357.261,41	451.289,58	388.295,73	369.983,73
INVERSIÓN PREVISTA ACUMULADA (P.B.L. S/ I.V.A.)	12.644,80	1.860.828,47	3.725.927,44	5.591.026,41	7.456.125,38	9.351.443,57	11.246.761,76	13.142.079,95	15.037.398,13	16.932.716,32	18.797.815,29	20.662.914,27	22.528.013,24	24.393.112,21	26.258.211,18	28.123.310,15	29.988.409,12	31.853.508,09	33.227.684,81	34.601.861,53	35.959.122,94	36.410.412,52	36.798.708,25	37.168.584,31
INVERSIÓN PREVISTA MENSUAL (CON I.V.A.)	15.300,20	2.236.302,24	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.293.335,01	2.293.335,01	2.293.335,01	2.293.335,01	2.293.335,01	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	2.256.769,76	1.662.753,83	1.662.753,83	1.642.286,31	546.060,39	469.837,83	447.680,32
INVERSIÓN PREVISTA ACUMULADA (CON I.V.A.)	15.300,20	2.251.602,44	4.508.372,20	6.765.141,95	9.021.911,71	11.315.246,72	13.608.581,73	15.901.916,73	18.195.251,74	20.488.586,75	22.745.356,51	25.002.126,26	27.258.896,02	29.515.665,77	31.772.435,53	34.029.205,28	36.285.975,04	38.542.744,79	40.205.498,62	41.868.252,45	43.510.538,76	44.056.599,15	44.526.436,98	44.973.987,02
% DE AVANCE MENSUAL DE INVERSIÓN PREVISTA	0,03%	4,97%	5,02%	5,02%	5,02%	5,10%	5,10%	5,10%	5,10%	5,10%	5,02%	5,02%	5,02%	5,02%	5,02%	5,02%	5,02%	5,02%	3,70%	3,70%	3,65%	1,21%	1,04%	1,00%
% DE AVANCE ACUMULADO DE INVERSIÓN PREVISTA	0,03%	5,01%	10,02%	15,04%	20,06%	25,16%	30,26%	35,36%	40,46%	45,56%	50,57%	55,59%	60,61%	65,63%	70,65%	75,66%	80,68%	85,70%	89,40%	93,09%	96,75%	97,96%	99,00%	100,00%

