



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS A EJECUTAR</b> .....	<b>2</b>
2.1	EJECUCIÓN DE CONDUCCIONES. ....	2
2.2	EJECUCIÓN DE LA CÁMARA DE ROTURA DE LINKU PUNKU.....	3
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS</b> .....	<b>4</b>
3.1	EJECUCIÓN DE CONDUCCIONES. ....	4
3.2	EJECUCIÓN DE LA CÁMARA DE ROTURA. ....	8
<b>4</b>	<b>ESTIMACIÓN DE COSTES</b> .....	<b>10</b>
	<b>ANEXO 1: LISTADO DE MATERIALES</b> .....	<b>11</b>
	<b>ANEXO 2: LISTADO DE MANO DE OBRA</b> .....	<b>12</b>
	<b>ANEXO 3: LISTADO DE MAQUINARIA</b> .....	<b>13</b>
	<b>ANEXO 4: LISTADO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS</b> .....	<b>14</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se definen los procedimientos constructivos a emplear en el conjunto de los trabajos proyectados para la ejecución del sistema de aducción de agua bruta desde las presas de Taypichaca y Khotia Khota hasta la PTAP de Milluni Bajo. Dicho sistema consta de sendas tuberías desde las presas mencionadas hasta la cámara de rotura de Linku Punku, así como la conducción desde esta última hasta la PTAP.

Igualmente se analizarán y valorarán los medios y materiales a emplear, los rendimientos que se obtendrán previsiblemente y con ello se estimarán los costes de cada una de las unidades de obra que conforman el presupuesto del proyecto.

## 2 IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS A EJECUTAR

De una forma simplificada, el conjunto de los trabajos a ejecutar se pueden agrupar en dos actividades principales: Ejecución de conducciones y ejecución de la cámara de rotura de carga.

Cada una de estas dos actividades principales puede subdividirse en distintas fases de trabajo que se analizan a continuación:

### 2.1 Ejecución de conducciones.

#### 2.1.1 Trabajos previos

Consistirán básicamente en el despeje y desbroce del terreno en ámbito rural y en la identificación desvío y reposición de servicios afectados, fundamentalmente en el ámbito urbano.

#### 2.1.2 Instalación de tubería en zanja.

El conjunto de la actuación comprende la implantación de aproximadamente once kilómetros y medio de tubería en presión ejecutada en zanja.

#### 2.1.3 Ejecución de cámaras y elementos auxiliares

A lo largo de todo su recorrido, la tubería anterior estará equipada con diversos elementos necesarios para su correcto funcionamiento, todos ellos instalados en cámaras de hormigón armado:

- Cámaras para implantación de válvulas de corte.
- Cámaras para la implantación de válvulas de ventosa.
- Cámaras para los puntos de entrega, conexiones y derivaciones.
- Cámaras para las válvulas de desagüe en puntos bajos del trazado.

#### 2.1.4 Ejecución de tramos de tubería singulares.

En este apartado se incluyen los tramos de tubería a ejecutar en zonas singulares en las que se encuentran los siguientes:

- Pasos de tubería bajo cauces de pequeños ríos o arroyos.
- Paso de la tubería sobre cauces de caudal significativo y permanente, ubicados en entre los puntos kilométricos 14+307 y 14+347 del tramo

Khotia Khota.-Cámara de Rotura y entre los PK 12+176 y 12+209 del tramo  
Cámara de Rotura-PTAP.

## **2.2 Ejecución de la cámara de rotura de Linku Punku.**

### **2.2.1 Acondicionamiento de la parcela.**

Consistirán básicamente en la ejecución de accesos adecuados para los suministros, despeje y desbroce del terreno, explanación y nivelación de la parcela, y en general todas aquellas actividades necesarias para el comienzo de los trabajos de construcción propiamente dichos.

### **2.2.2 Ejecución de obra civil.**

Incluirá las actividades necesarias para edificar el depósito y cámaras de llaves en las que se instalarán las conducciones y valvulería necesaria.

### **2.2.3 Instalación de conducciones y valvulería.**

Una vez finalizada la mayor parte de la obra civil se acometerán los trabajos de calderería necesarios para el montaje del conjunto de tuberías y válvulas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

### **2.2.4 Urbanización y remates.**

Una vez terminadas las fases que requieran suministros de piezas o materiales, se acometerá la urbanización final de la instalación, que incluirá acondicionamiento de viales, zonas peatonales y cerramiento de la misma.

## 3 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

Los trabajos descritos se ejecutarán siguiendo los siguientes procedimientos:

### 3.1 Ejecución de conducciones.

#### 3.1.1 Trabajos previos.

Diferirán claramente entre zonas rurales cultivables o no y zonas urbanas.

En zonas rurales cultivables será necesario retirar y acopiar con el empleo de Bulldozer, la vegetación y capa de tierra vegetal existente, para una vez finaliza la instalación de la tubería, proceder a su extendido y reposición

Este tipo de tareas son rápidas y sencillas por lo que tendrán un impacto muy reducido tanto en los plazos como en los costes del proyecto.

Sin embargo en entornos urbanos los trabajos previos incluirán necesariamente la identificación de servicios afectados y su desvío o reposición.

Los costes económicos y los plazos de ejecución de estos trabajos son difíciles de cuantificar ya que existe un grado importante de incertidumbre en la magnitud de los mismos, y además en muchas ocasiones dependen no sólo de la planificación de la obra sino también de la participación de las entidades u organismos titulares de los servicios a reponer.

En cualquier caso es necesario tener presente que la reposición de servicios suele comprometer de forma drástica los plazos de ejecución de obras en entornos urbanos.

#### 3.1.2 Instalación de tubería en zanja.

La totalidad de la tubería a instalar se ejecutará en zanja, ejecutada mediante el empleo de retroexcavadoras con profundidades de excavación generalmente inferiores a los 3 m., pero que puntualmente pueden alcanzar los 5 m. de profundidad.

En función de los materiales de excavación y de las profundidades de instalación, en determinados tramos será necesario el empleo de entibaciones, permanentes o móviles, para garantizar la estabilidad de los taludes o bien para garantizar la seguridad del personal durante las maniobras de colocación.

Aunque de los estudios geotécnicos realizados no se deduce la necesidad del empleo sistemático de entibaciones en ningún tramo de la conducción, hay que

tener en cuenta que dichas conclusiones se basan en los ensayos puntuales realizados, y que no se puede descartar que, en zonas localizadas, aparezcan condiciones geotécnicas diferentes de las predominantes en el resto del trazado.

En consecuencia, será recomendable el empleo de entibaciones en los casos siguientes:

- Ante la eventual aparición de surgencias de agua en los taludes.
- En zonas rocosas, ante la aparición de cambios bruscos y desfavorables en el rumbo o buzamiento de las distintas familias de diaclasado, y en general cuando el riesgo de desprendimientos sea considerable.

En cualquier caso el empleo de entibaciones se atenderá a lo especificado en planos y a las especificaciones técnicas correspondientes.

La excavación de la zanja se realizará exclusivamente por medios mecánicos, no estando previsto el empleo de explosivos. La maquinaria a emplear para estas funciones serán retroexcavadoras sobre orugas de hasta 40 toneladas de masa total.

El proceso constructivo del conjunto de la operación incluirá las siguientes actividades:

- Excavación de la zanja y acopio de materiales en cordón paralelo al eje de la conducción.
- Extendido y nivelación de cama de asiento con material seleccionado exento de tamaños superiores a 35 mm.
- Colocación de la tubería.
- Relleno y compactación de capa de protección con características similares a la cama de asiento, hasta una altura de 30 cm sobre la generatriz superior de la tubería.
- Relleno y compactación del resto de la zanja con materiales procedentes de la excavación.

### 3.1.3 Ejecución de cámaras y elementos auxiliares

En los puntos definidos en el proyecto se dispondrán las correspondientes cámaras.

Para ello resulta conveniente que en los tramos adyacentes se encuentre ya instalada la tubería, de forma que no sea necesario el empleo de pasatubos en los paramentos laterales de la cámara.

La ejecución de estas cámaras se realizará con las siguientes fases:

- Excavación del vaciado de trabajo, con sobrecanchos en el fondo de la misma de al menos un metro respecto al perímetro exterior de la cámara.
- Ejecución del hormigón de limpieza.
- Replanteo de encofrados y ferrallado de la losa inferior, incluyendo esperas verticales de paramentos laterales.
- Encofrado y hormigonado de losa inferior.
- Ferrallado de muros laterales y cierre de encofrados.
- Hormigonado de muros laterales, hasta cota inferior de la losa superior.
- Instalación de valvulería y equipos.
- Montaje de apeos y encofrado de losa superior.
- Ferrallado y hormigonado de losa superior.
- Relleno y compactación de paramentos exteriores.

#### 3.1.4 Ejecución de anclajes de la tubería.

En aquellos puntos con desviaciones angulares significativas de la tubería, que en general implicarán la instalación de un codo, es necesario ejecutar anclajes para evitar movimientos en la misma que podrían provocar fugas por el desacoplamiento entre piezas.

De acuerdo con lo reflejado en planos estos anclajes consistirán en el relleno de hormigón de la zanja, en una longitud a ambos lados a partir del codo y con una sección variables, según lo definido en planos. Los paramentos laterales de los dos tramos de prisma así definidos llevarán una armadura de piel formada por un mallazo de barras corrugadas de 10 mm. de diámetro a 20 cm. de separación.

Las fases de ejecución de estos anclajes serán las siguientes:



- Ejecución de la zanja en los tramos contiguos al codo, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.1.2.
- Colocación del mallazo de fondo de zanja, cuidando de que quede convenientemente separado del fondo para garantizar los recubrimientos de hormigón.
- Montaje de la tubería, empleando para ello caballetes metálicos que permitan apoyarla en su posición según planos.
- Montaje de los mallazos de los paramentos laterales de la zanja y del paramento superior del dado.
- Ejecución de los tapes laterales del dado de anclaje. Estos tapes podrán ejecutarse con chapa de madera, o bien mediante el relleno de tierras de los extremos adyacentes de la canalización, siempre que se garantice que los derrames de tierras queden por fuera de la geometría de hormigón a ejecutar.
- Hormigonado y vibrado del dado de anclaje hasta la altura reflejada en planos.

### 3.1.5 Ejecución de tramos de tubería singulares

#### 3.1.5.1 Cruces bajo cauces menores.

En aquellos puntos en los que la tubería deba ejecutarse bajo un cauce de agua, se diseña un tipo de instalación en la que la zanja de la tubería se hormigona hasta 50 cm. por encima de la generatriz superior, y además se dispone escollera de protección dispuesta en una franja de 3,2 m. de ancho hasta una altura ya fuera de la máxima avenida ordinaria.

Para poder ejecutar el diseño anterior en seco, será necesario proceder a su ejecución por mitades, rellenando una península en algo más de la mitad del cauce mientras se trabaja en ella, para posteriormente retirar el relleno y situarlo en la otra mitad y poder así completar la instalación de la tubería.

### **3.1.5.2 Cruces sobre cauces de caudal significativo y permanente.**

Entre los puntos kilométricos 14+307 y 14+347 del tramo Khotia Khota.-Cámara de Rotura y 12+176 y 12+209 del tramo Cámara de Rotura-PTAP, se proyectan sendos cruces sobre cauces importantes con caudales de agua significativos durante todo el año, que impiden el método constructivo descrito en el epígrafe anterior.

En estos dos casos se plantea el cruce de la tubería sobre el cauce apoyándola sobre una estructura metálica de tipo celosía tridimensional, que a su vez deberá estar apoyada en estribos en extremo y 2 pilas intermedias. Los estribos son de hormigón armado mientras que las pilas intermedias son de sección mixta formada por un perfil metálico embebido en hormigón.

El proceso de ejecución de esta estructura tendría los siguientes pasos:

- Ejecución de las cimentaciones de estribos y pilas de hormigón armado.
- Montaje de los pilares metálicos sobre zapatas de pilas y hormigonado de los mismos.
- Premontaje en taller de la celosía metálica, formando vanos transportables por carretera hasta el punto de montaje, en tramos generalmente no superiores a 15 m. de longitud.
- Ensamblaje en obra de los tramos anteriores.
- Izado con grúa automotriz del conjunto de la celosía ya ensamblada y montaje sobre los apoyos (pilas y estribos) en su ubicación definitiva.
- Instalación de la tubería sobre la celosía.

## **3.2 Ejecución de la cámara de rotura.**

### **3.2.1 Acondicionamiento de la parcela.**

Antes de comenzar con los trabajos de hormigón armado, será necesaria la ejecución de accesos adecuados para los suministros, así como el despeje y desbroce del terreno.

Posteriormente será necesario proceder a la explanación y nivelación de la parcela de acuerdo con los perfiles definidos, hasta habilitar el espacio necesario para la

ejecución de las obras de hormigón armado, tanto del depósito como de las correspondientes cámaras de llaves.

### 3.2.2 Ejecución de obra civil.

Incluirá las actividades necesarias para edificar el depósito y cámaras de llaves en las que se instalarán las conducciones y valvulería necesaria. Estas actividades pueden desglosarse en los siguientes procesos:

- Ejecución de la red de drenajes subterráneos.
- Encofrado, ferrallado y hormigonado de soleras.
- Encofrado, ferrallado y hormigonado de muros laterales, prestando especial atención a la ejecución de pasamuros para las entradas y salidas de tuberías.
- Montaje de placas alveolares prefabricadas y cubiertas metálicas.
- Ferrallado y hormigonado de la capa de compresión sobre placas alveolares.

### 3.2.3 Instalación de conducciones y valvulería.

Una vez finalizada la mayor parte de la obra civil se acometerán los trabajos de calderería necesarios para el montaje del conjunto de tuberías y válvulas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación. Toda la instalación de tubería debe quedar convenientemente anclada a la obra de hormigón mediante la ejecución de dados o perfiles metálicos de anclaje, teniendo buen cuidado de que su disposición no entorpezca en un futuro las eventuales operaciones de desmontaje para reparaciones o mantenimiento.

Al final de este proceso, toda la instalación hidráulica deberá ser ensayada para presiones un 50% superiores a las nominales de trabajo.

### 3.2.4 Urbanización y remates.

Una vez terminadas las fases que requieran suministros de piezas o materiales, se acometerá la urbanización final de la instalación, que incluirá acondicionamiento de viales, zonas peatonales y cerramiento de la misma.

En general estos trabajos se realizarán primando la eficiencia en la conservación y mantenimiento de las instalaciones.

## 4 ESTIMACIÓN DE COSTES

Para la formación de los precios unitarios utilizados en la formación de precios de la obra, se ha seguido la siguiente operativa:

- Se fijan los precios básicos de los materiales, maquinaria y mano de obra a emplear.
- Se determinan los rendimientos de cada uno de los elementos anteriores en cada uno de los precios en los que intervienen.
- Se forman los precios unitarios aplicando los rendimientos anteriores a los distintos precios básicos empleados en cada unidad.

En los apéndices incluidos al final de este documento se incluyen los listados de materiales, mano de obra y maquinaria empleados así como los descompuestos de cada uno de los precios empleados.

**ANEXO 1: Listado de materiales.**

**ANEXO 2: Listado de mano de obra.**

**ANEXO 3: Listado de maquinaria.**

**ANEXO 4: Listado de precios descompuestos.**