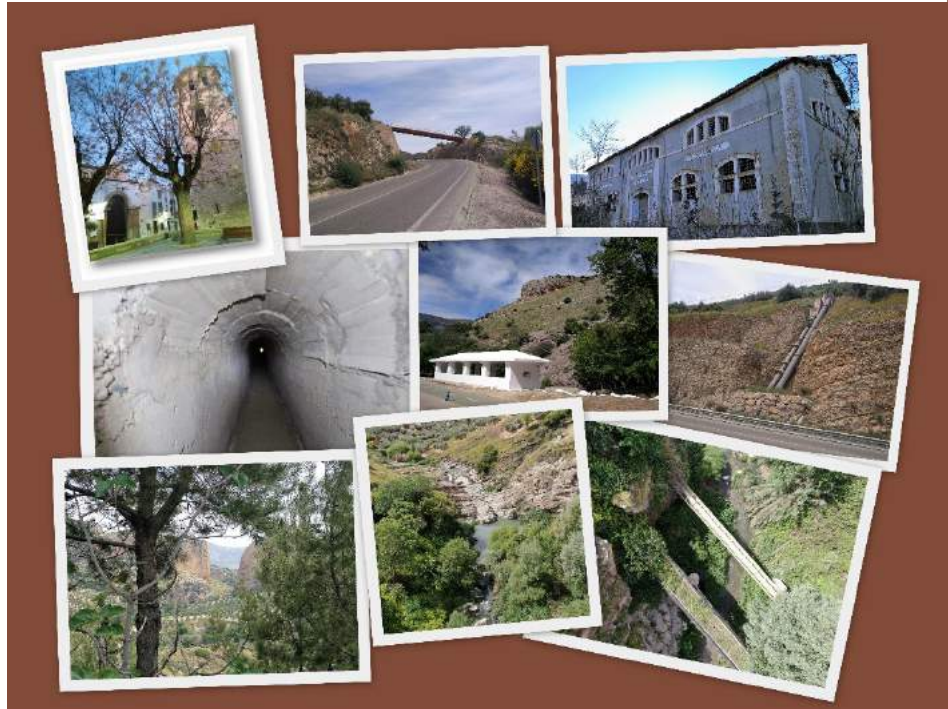


LOS CAMINOS DEL AGUA EN ALTA A JAÉN



Miguel Mesa Molinos
Ingeniero Técnico Industrial

Índice

PRÓLOGO	4
¿DE QUIÉN DEPENDE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA “EN ALTA” A LA CIUDAD?	5
a) El abastecimiento en alta del Ayuntamiento	5
b) El abastecimiento en alta de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)	5
EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS A JAÉN DESDE EL MANANTIAL DE RIOFRÍO EN EL TM DE LOS VILLARES	6
Un poco de historia	6
Antecedentes	6
Convocatoria del concurso de proyectos de obra	9
Resolución del concurso del proyecto a favor de ingeniero Francisco Navarro Navarro	9
Detalles técnicos del proyecto aprobado	9
Información de la obra proyectada a la población de Los Villares	16
Financiación de la obra proyectada	16
Concesión por el estado del caudal para el abastecimiento	16
Disconformidad de la población de Los Villares por la concesión de aguas	17
Contratación por subasta de las obras de abastecimiento y distribución	17
Continúan la lucha de la población de Los Villares por la concesión de aguas al Ayto de Jaén	18
Sabotajes en las obras por un grupo de vecinos de Los Villares	19
Anulación por el Tribunal Supremo de la concesión de aguas de Riofrío al Ayuntamiento de Jaén, y sus consecuencias	19
Nueva concesión de aguas de Riofrío, con fecha 4 de septiembre de 1931	20

Reinicio de las obras	21
RESUMEN	22
ANEXO I: HITOS EN LA CONDUCCIÓN DE AGUAS DE LOS VILLARES A JAÉN: ‘EL SIFÓN DEL DIABLO’ Y EL ‘TÚNEL DEL PORTICHUELO’	23
PRÓLOGO	24
EL SIFÓN DEL DIABLO	25
LA GALERÍA VISITABLE O TÚNEL BAJO EL PARAJE DEL PORTICHUELO	32
ANEXO II: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA DESDE 1927 EN TM DE LOS VILLARES (ELECTRA INDUSTRIAL ESPAÑOLA S.A. BILBAO - CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL CHORRO)	35
PRÓLOGO	36
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL CHORRO	38
Ficha del inmueble	39
Azud	41
Canal	41
Cámara de carga	42
Tubería forzada	43
Canal aliviadero y desagüe de la central	45
Edificio	47
Cálculo turbina + generador	53
Datos:	56
Maniobras de puesta en marcha de la central	60
EL POBLADO	62
ANEXO III: LAS “PLUMAS DE AGUA” EN LOS RAUDALES DE JAÉN.	64
PRÓLOGO	65
EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD, DESDE SUS PRIMEROS POBLADORES, HASTA FINALES DEL SIGLO XIX.	65

LOS RAUDALES DE JAÉN	67
<i>El raudal de La Magdalena</i>	67
<i>El raudal de Santa María</i>	69
LA PLUMA DE AGUA Y EL REPARTIDOR	75
<i>El repartidor o distribuidor</i>	75
<i>La pluma de agua</i>	75
<i>Bibliografía:</i>	81
<i>Agradecimiento:</i>	81
<i>Mi recuerdo</i>	81

PRÓLOGO

En cierta ocasión leí que la principal asociación de agricultores de Bélgica llevaba a cabo un programa para recordar a los niños de la ciudad que la leche o los huevos no vienen del supermercado, sino, de las vacas y de las gallinas. Esto que en principio suena gracioso, nos serviría para preguntarle a muchos de mis paisanos de Jaén ¿De dónde viene el agua que sale por los grifos de nuestras casas? A lo que contestaría la mayoría: ¡Pues del pantano del Quiebrajano! Y en parte llevarían razón, pero la verdad es que detrás de las cañerías que nos suministran agua a nuestras casas, negocios, jardines, hospitales... hay un entramado de manantiales, sondeos, grupos electrobombas, canales y tuberías de distribución, sifones espectaculares y túneles para salvar la orografía del terreno, filtros naturales de arenas, instalaciones eléctricas en alta y baja tensión, elementos de corte y regulación, depósitos de almacenamiento y distribución... junto a un ingente número de operarios que hacen posible que por las mañanas nos podamos lavar la cara nada más levantarnos, por ejemplo, lo que trataremos de describir a lo largo de este trabajo.

¿DE QUIÉN DEPENDE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA “EN ALTA” A LA CIUDAD?

En primer lugar hay que definir que la red de abastecimiento “en alta” incluye todo el proceso de captación de aguas, su tratamiento y su transporte a través de tuberías u otros medios hasta los depósitos reguladores de los municipios.

En nuestro caso, el abastecimiento en alta depende de dos organismos: El Ayuntamiento de Jaén y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG), organismo autónomo que depende del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

a) El abastecimiento en alta del Ayuntamiento.

El sistema está formado por:

- El manantial de Riofrío en los Villares.
- El sondeo en el paraje Fuente de la Peña.
- La captación y elevación de Mingo I.
- Los sondeos de Las Peñas de Castro.
- El sondeo del Tiro Nacional.
- Los sondeos de Santa Catalina.
- La Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), ubicada en el barrio de San Felipe (Vulgarmente conocida por los Filtros).
- El depósito regulador de San Pedro Pascual, anexo a la ETAP DE San Felipe.

b) El abastecimiento en alta de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG).

El sistema del Quiebrajano está formado por:

- El embalse del Quiebrajano donde se realiza la captación.
- El transporte en alta del agua para este abastecimiento.
- Las elevaciones de Mingo II y III.
- Los sondeos de La Merced.
- Los sondeos de Quiebrajano.

- La Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) ubicada en Jaén.
- Depósito regulador anexo a la ETAP.

Describiremos a continuación las características técnicas del abastecimiento de aguas desde el manantial de Riofrío en los Villares a Jaén.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS A JAÉN DESDE EL MANANTIAL DE RIOFRÍO EN EL TM DE LOS VILLARES.

Un poco de historia

En la revista `Senda de los Huertos´, en su nº 21, se incluye un estudio de D. Juan Cuevas Mata con el título: `Crónicas de historia reciente, la traída de aguas de Riofrío´ en el que detalla de manera muy documentada y pormenorizada las razones que tuvo el Ayuntamiento de Jaén para tomar de decisión de llevar a cabo la obra. El estudio en cuestión lo complementa con la parte administrativa del concurso de adjudicación del proyecto y obra, su posterior ejecución, así como los avatares que sufrió su construcción, transcribiendo aquí parte de dicho estudio:

(PD: Me tomo la libertad de incluir subtítulos en el estudio del Sr. Cuevas para su mejor comprensión).

"... Senda de los Huertos nº 21, Crónicas de historia reciente, LA TRAÍDA DE AGUAS DE RIOFRÍO (Juan Cuevas Mata)

Antecedentes

Con el advenimiento del presente siglo (XX), aunque parece que no variaron sustancialmente los recursos acuíferos de los raudales de Jaén, sí lo hicieron las exigencias de una sociedad en la que se relacionaba directamente la abundancia y uso generalizado del agua con las condiciones de salubridad e higiene de la población.

El Real Decreto de 13 de agosto de 1920, referente a obras de saneamiento de las poblaciones, señalaba en su artículo 49 a Jaén como una de las ciudades con un índice de mortalidad tan elevado que se hacían "... urgentes y obligatorias..." las medidas de saneamiento que coadyuvaran a bajar dicho índice.

El ingeniero Ángel Méndez Orbegozo dedicó, en 1924, al pueblo de Jaén y en su representación al Excmo. Ayuntamiento unos "Anteproyectos para el abastecimiento de agua de Jaén", realizados por invitación de don Fermín Palma García "... Alcalde de esta Capital y querido amigo...", para que "...Jaén alcanzara los beneficios de la higiene y salubridad...", pues "... la escasez de aguas, su defectuosa distribución actual y la falta de alcantarillado hacen que la higiene en la ciudad de Jaén esté, desgraciadamente, muy atrasada y ello conduce principalmente, entre otras causas, a una mortalidad elevada que las estadísticas demuestran, llegando a la aterradora cifra de 36 por 1.000, cuando en las principales ciudades de Europa oscila entre el 15 y el 20 por 1.000"

Esta iniciativa tiene sus antecedentes en una moción formulada por el concejal del Ayuntamiento de Jaén don Juan Capón Fuentes que, convenientemente remozada, fue presentada de nuevo para su aprobación por el Pleno en la sesión del día 6 de mayo de 1916, por los también ediles Enrique Guindos, Eloy Espejo, José L. Cirujeda, José Huesa y Ángel Alcázar. El proyecto consistía en "...aumentar la dotación de aguas del raudal del Alamillo, ingresando en él todas las fuentes y veneros existentes y que se alumbren en los sitios Cerro del Alamillo, las Viñas, Pilar de los Potros y Pilas del Tesoro, situados a unos 9 km. de esta población, en terrenos de propios..."

Los "Anteproyectos" de Méndez Orbegozo descartaban esta solución, la de utilizar el agua de los raudales de la ciudad y la del río Jaén o Guadalbullón, porque "... la resolución del problema del abastecimiento de agua de Jaén no está en la mejora del actual, sino que debe acometerse mediante la traída de aguas de sitios alejados de la capital, donde la haya en abundancia, situándola a altura suficiente para que por presión pueda ser repartida en todas las casas de la ciudad, y aprovechando, como es natural, el sobrante de la misma y las utilizadas

en los servicios domésticos en riegos de las huertas que circundan a Jaén, mediante un perfecto alcantarillado que recoja todas las residuales..."

Por lo tanto, el agua se debía captar de los manantiales, arroyos y otros existentes al Sur de Jaén, lugar que por su altitud y situación geográfica era el indicado para su toma. Fijada esta cuestión, sólo quedaba por decidir el sitio y el modo de proceder a la captación.

La propuesta de Méndez Orbeagozo se centraba en tres manantiales: los de Riofrío, Fuente Dueñas y Quiebrajano, pero como el manantial elegido tenía que estar situado en una cota superior a los 620 m. sobre el nivel del mar, puesto que los depósitos tendrían que estar ubicados en torno a esa cota, la que corresponde a la línea más alta de la carretera de Circunvalación a su paso por la falda del Cerro de Santa Catalina, para que el agua en ellos recogida pudiese llegar a los pisos más altos de la ciudad, sólo resultaba viable el de Riofrío, que se encuentra en la cota de 1.040 m. sobre el nivel del mar.

El trabajo del ingeniero Méndez Orbeagozo fue muy bien recibido por la Corporación que presidía don Fermín Palma, que propuso la impresión de mil ejemplares de los "Anteproyectos" para que se estableciera un debate público sobre el tema, solicitando, por otro lado, la opinión del Arquitecto Municipal don Luis Berges Martínez sobre los mismos.

El informe del arquitecto Berges, redactado en un tono crítico e irónico, ponía algunos reparos a los "Anteproyectos" de Méndez Orbeagozo, y apuntaba como solución posible la reconversión de los antiguos raudales de Jaén, más los afloramientos que arrojasen nuevas perforaciones en torno a las fuentes de la ciudad y el Cerro de Santa Catalina que "...a nuestro juicio posee una riqueza de agua de la cual los raudales de Jaén como las que brotan en la fuente de la Imora no son más que síntomas".

Este informe produjo una división de la opinión pública, entre los partidarios de alguno de los "Anteproyectos" del Sr. Méndez Orbeagozo y los de la solución expuesta por el Ing. Sr. Berges Martínez, que se refleja en agrias polémicas publicadas en los periódicos locales.

Como consecuencia de este informe, el Ayuntamiento planteó la necesidad de crear una federación de raudales con la que poder estudiar y, en su caso, negociar la conversión del agua de los mismos en pública. Pero la respuesta de las asambleas de partícipes fueron negativas a esta propuesta, quedando desde ese momento descartada como solución para el abastecimiento de agua de Jaén.

Convocatoria del concurso de proyectos de obra

Esta circunstancia provocó la adopción del acuerdo, por parte del Ayuntamiento, de convocar un concurso de proyectos, como se venía pidiendo desde la prensa y como, por otro lado, era obligatorio según las disposiciones vigentes en materia de obras públicas.

Las bases redactadas al efecto dejaban a los autores en entera libertad para elegir los manantiales, la conducción hasta la ciudad, la estructura, la disposición y emplazamiento de los depósitos de la red de distribución a toda la población y su futuro ensanche, e imponer un mínimo de 200 litros de agua por habitante y día.

Resolución del concurso del proyecto a favor de ingeniero Francisco Navarro Navarro

El jurado estuvo compuesto por todos los Ingenieros Jefes de los diferentes servicios de la provincia, los Arquitectos Provincial y Municipal, el Decano de la Beneficencia Provincial, el Inspector Provincial de Sanidad y el Alcalde que lo presidió. El fallo, producido el día 25 de febrero de 1926, dio como ganador, entre los tres proyectos presentados, al del ingeniero Francisco Navarro Navarro, levantando algunas protestas.

El Pleno de la Comisión Central de Sanidad Local, celebrado el día 6 de mayo de 1926, dictaminó favorablemente el proyecto de Navarro, siendo aprobado por una Real Orden de 14 de mayo de dicho año.

Detalles técnicos del proyecto aprobado

El proyecto coincidía en sus aspectos básicos con los "Anteproyectos" del Ingeniero Méndez Orbegozo pues tomaba como manantial el de Riofrío, cuya agua resultó ser de gran pureza según demostraban los certificados de los

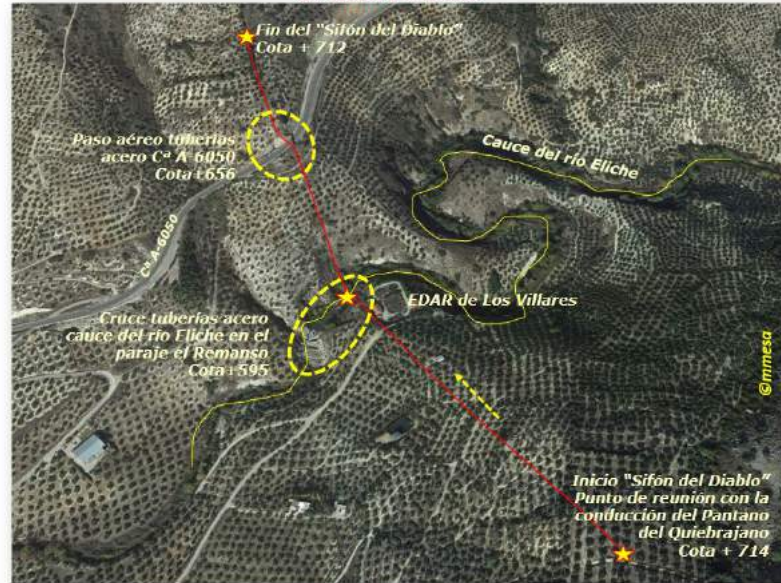
análisis químicos y bacteriológicos que se acompañaban. El agua se hacía llevar por gravitación a unos depósitos próximos a la ciudad, junto al actual barrio de La Glorieta, en una meseta situada en la cota 631 m. sobre el nivel del mar, cota suficiente para que el líquido pudiese elevarse por su propia presión a los pisos más altos.

**1º Tramo conducción aguas desde Los Villares a Jaén:
Presa a pie de la central hidroeléctrica a inicio del "Sifón del Diablo"**



01_Tramo 1º conducción: Pie de presa Central Hidroeléctrica – Inicio Sifón del Diablo (©mmesa).

**2º Tramo conducción aguas desde Los Villares a Jaén:
El "Sifón del Diablo"**



02_Tramo 2º conducción: Sifón del Diablo (©mmesa).

**3º Tramo conducción aguas desde Los Villares a Jaén:
El "Sifón del Diablo" – Boca norte salida túnel del Portichuelo**



**03_Tramo 3º conducción: Sifón del Diablo – Boca norte túnel del
Portichuelo (©mmesa).**

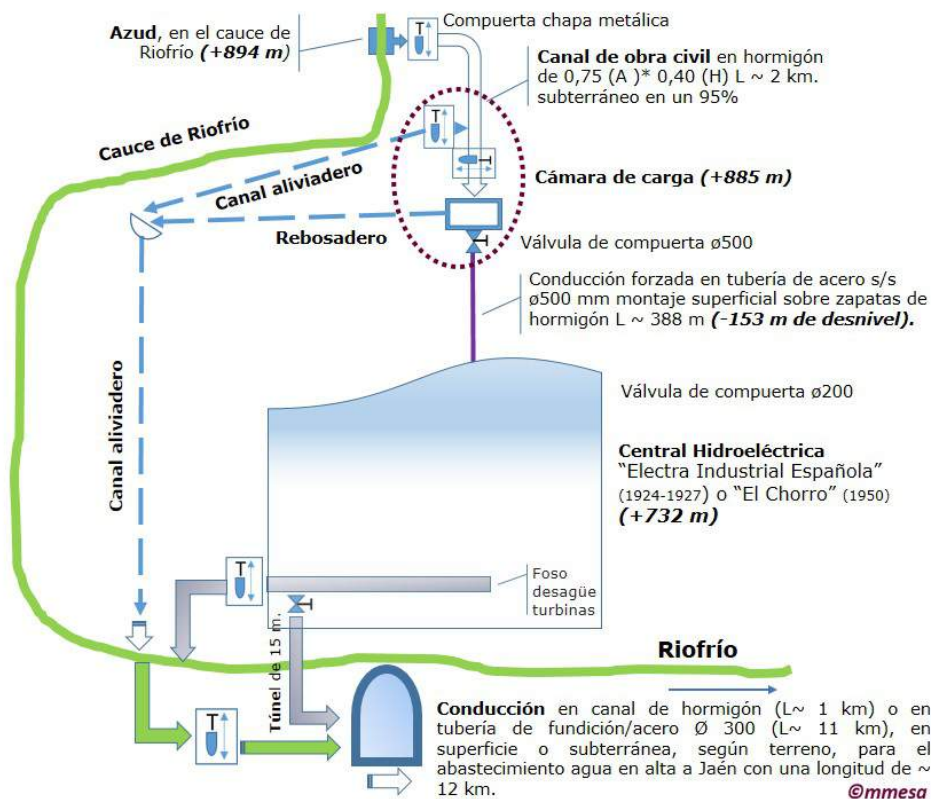
**4º Tramo conducción aguas desde Los Villares a Jaén:
Boca norte salida túnel del Portichuelo –
Filtros y depósito de San Pedro Pascual**



**04_ Tramo 4º conducción: Boca norte túnel del Portichuelo –
Depósito distribución San Pedro Pascual en La Glorieta (©mmesa).**

El punto elegido para la toma de Riofrío, se encontraba en el lugar donde se reúnen los manantiales, para evitar los gastos de expropiación, junto al desagüe de la fábrica de electricidad que estaba construyendo la Electra-Industrial Española, a muy corta distancia del cruce de dicho curso de agua con la carretera de Valdepeñas, donde se disponía de un caudal superior a los 150 litros por segundo, con el que se garantizaba el suministro de 200 litros por persona y día a una población doble de la que tenía Jaén en aquellos momentos.

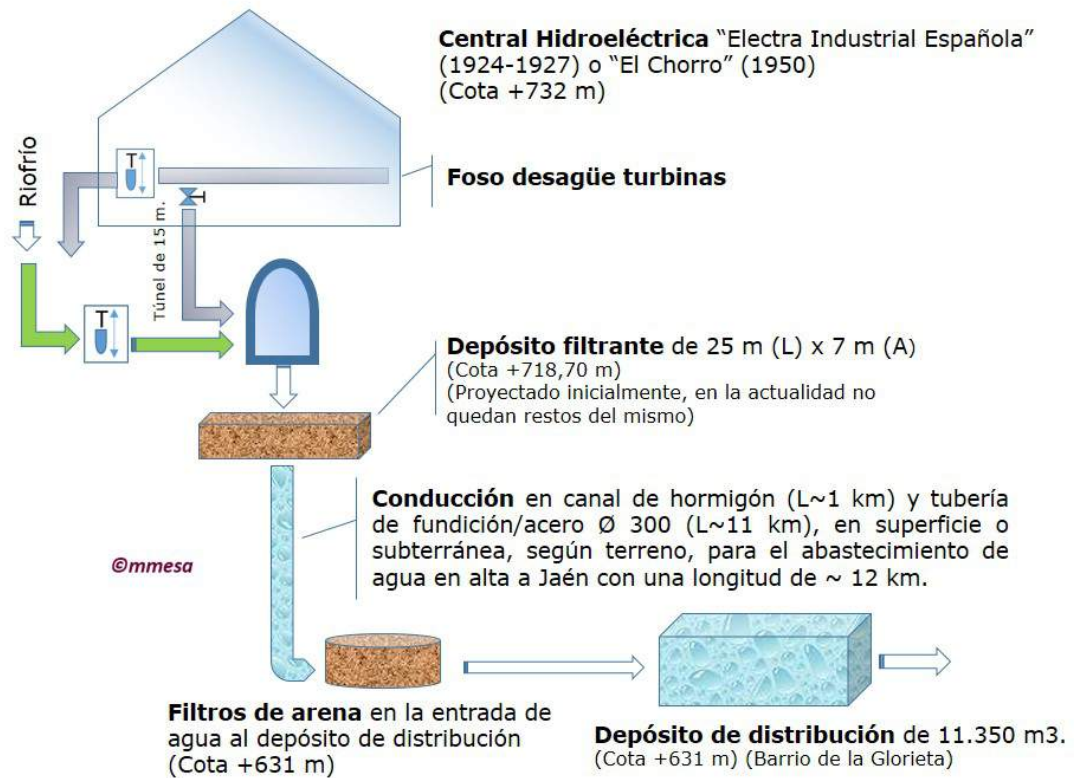
Para evitar la contaminación del agua, que discurría al descubierto entre los manantiales y el punto de toma propuesto, el autor del proyecto dispuso el establecimiento de un depósito filtrante de 25 m de longitud y 7 de ancho adosado a la presa de derivación, desde donde pasaba el líquido a la cámara de agua filtrada que servía de arranque a la conducción. El desarrollo de la misma hasta los depósitos era de 12 km., 11 de los cuales estaban constituidos por tubería de fundición de 300 mm de diámetro y el resto de hormigón.



05_ Esquema inicio toma de aguas en el desagüe de las turbinas de la central hidroeléctrica (©mmesa).

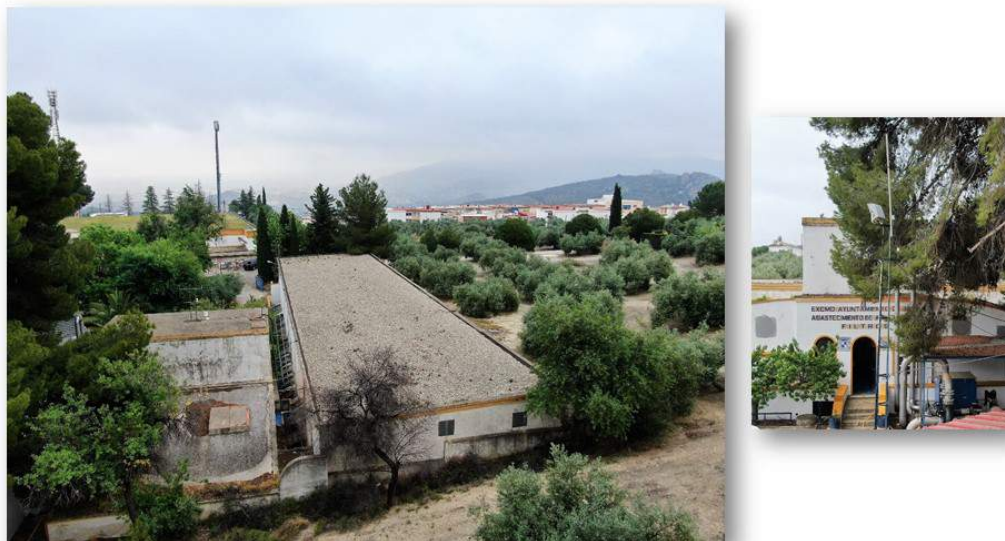
La cota de coronación de la presa de derivación era de 718'7 m. en la solera del depósito, excediendo en 80 m. a la del punto más bajo de la red de conducción.

Los depósitos reguladores se proyectaron de planta rectangular, cubiertos de bóveda de ladrillo y con una capacidad total de 11.350 metros cúbicos que para los 35.000 habitantes con que contaba Jaén, a razón de 100 litros en consumo restringido suponían una reserva de tres días y seis horas.



06_ Esquema conducción de aguas desde la toma en Riofrío al depósito regulador en el barrio de La Glorieta en Jaén (©mmesa).

Depósito y filtros arena en el barrio de San Pedro Pascual (La Glorieta)



Vista aérea del primitivo depósito de distribución (11.350 m³) y filtros decantadores de arena (Cota +631 m).

©mmesa

07_ Depósito y filtros en el Barrio de San Pedro Pascual (©mmesa).

El sistema de distribución era mixto, de mallada y radial, arrancando de una tubería de carga que partiendo de los depósitos llegaba al número 1 de la calle Juan Montilla (hoy Carrera de Jesús), del que partían las distintas derivaciones de primer orden, en las que se injertaban con conductos secundarios.

El presupuesto de ejecución fue de 1.709.960 Pts. y el de contrata 1.966.454.29 Ptas. Carecía el proyecto del ingeniero Navarro de un estudio de las acometidas de aguas de las casas particulares, lo que en el momento de su realización provocaría graves problemas entre el contratista y el Ayuntamiento. Tampoco tuvo en cuenta que el agua que se pretendía traer a Jaén, prácticamente todo el caudal de Riofrío, era utilizada en parte para los riegos de las tierras de Los Villares y para mover ciertas industrias situadas en su ribera.

Información de la obra proyectada a la población de Los Villares.

El día 28 de julio de 1926 tuvo lugar, en el Teatro Novedades de Los Villares, una reunión de los propietarios y regantes del término municipal, y de los dueños de las ocho fábricas que trabajaban con fuerza hidráulica producida con las aguas de Riofrío, para tratar de este asunto.

La reunión, presidida por el Alcalde don José Luis Alcalde Molina, tenía por objeto oponerse al proyecto de abastecimiento de Jaén con agua de Riofrío, puesto que según palabras de la primera autoridad local privaban "...a Los Villares de la riqueza que se había creado al amparo de ese don de la naturaleza...": agricultura, pequeñas fábricas de harina y molinos aceiteros, el trabajo de los braceros y hasta de la salubridad pública, pues "...con ello y la epidemia del olivo no nos quedaría más riqueza ni más producción que la carne, la leche, el queso y las lanas...", para terminar, con ánimo exaltado, con la proposición de ir "... ¡todos!... a Jaén, a pedirlo al señor Gobernador...".

La "visita" al Gobernador trajo como consecuencia la apertura de una oficina de reclamaciones para que los que se considerasen perjudicados por la traída de aguas de Riofrío a Jaén hiciesen sus alegaciones.

Financiación de la obra proyectada

La financiación de las obras de abastecimiento de agua, junto con la construcción de la red general del nuevo alcantarillado, la pavimentación de varias calles y la compra de la Plaza de Abastos, obligaron al Ayuntamiento a elaborar una serie de presupuestos extraordinarios y a la contratación con el Banco de Crédito Local de España de un préstamo de tres millones quinientas mil pesetas, lo que lo colocó en una difícil situación financiera para los años siguientes.

Concesión por el estado del caudal para el abastecimiento

En la Gaceta del 23 de agosto de 1928, casi dos años y medio después de la resolución del concurso de proyectos para el abastecimiento de agua de

Jaén, aparecía el Real Decreto número 1.444, de 21 de agosto, por el que se otorgaba al Ayuntamiento de Jaén la concesión para el abastecimiento de la ciudad con arreglo a una serie de condiciones entre las que destacaba que sólo podrían derivarse de las aguas de Riofrío 50 l/s., más el agua que pudiera corresponder a las tierras que el Ayuntamiento adquiriese, declarando la concesión de utilidad pública y con derecho a expropiar las aguas hasta completar los 50 l/s. Por último fijaba un plazo de seis meses para el comienzo y de tres años para la finalización.

Disconformidad de la población de Los Villares por la concesión de aguas

Estas condiciones de la concesión variaban sustancialmente el proyecto del Sr. Navarro, sobre todo en lo referente al aforo de agua disponible que, de los 150 l/s. previstos en el proyecto, se reducían a 50 l/s. Por otra parte, algunos vecinos de Los Villares, encabezados por don José Martínez Campos, promovieron un pleito ante la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Supremo contra la concesión del agua de Riofrío, establecida por el R. D. de 21 de agosto de 1928, sobre el que no dictaría sentencia hasta dos años y medios después.

Contratación por subasta de las obras de abastecimiento y distribución

El 16 de octubre de 1928 se produjo la subasta de las obras, que salieron con un tipo de 1.966.454,92 Pts. Se presentaron seis pliegos, adjudicándose provisionalmente a don Donato Lasa Oria en 1.799.306 Ptas., y definitivamente a don Francisco Navarro Navarro, autor del proyecto ganador del concurso, que hizo uso del derecho de tanteo, que le otorgaba la base del pliego de condiciones económicas de la contrata. Se nombró director de las obras al ingeniero don José Acuña y Gómez de la Torre, por coincidir en la misma persona la condición de autor del proyecto y contratista de las obras, comenzando las de replanteo de los depósitos de carga y regulación

inmediatamente.

Una moción del Alcalde, Sr. Domínguez, propone, en base a un informe del Ingeniero Municipal, que las acometidas particulares se realizasen a la vez que se instalaba la red de distribución, para evitar obras inútiles y molestias al vecindario.

Anuncio de obras *El 16 de Octubre próximo tendrá lugar a las once y media del mismo, la subasta de las obras de abastecimiento de aguas para esta población, bajo el tipo de un millón novecientas sesenta y seis mil cuatrocientas cincuenta y cuatro pesetas con noventa y dos céntimos y condiciones que figuran en los pliegos, unidos al expediente, el que se encuentra de manifiesto, de once a una en la Secretaria de este Ayuntamiento los días laborables, admitiéndose los pliegos de proposiciones hasta el día quince del referido mes y hora de las once.*

Jaén 6 de Septiembre de 1928:

El Alcalde, FERMIN PALMA

Continúan la lucha de la población de Los Villares por la concesión de aguas al Ayto de Jaén

El Alcalde, don Juan Pancorbo que sustituyó al anterior, inició gestiones, nada más tomar posesión del cargo, con el pueblo de Los Villares para llevar a sus vecinos "...al convencimiento de que no se trata de perjudicar sus legítimos intereses..." y "... conseguir una solución armonizadora de los intereses de los dos pueblos..."

En el Diario Patria, de Jaén, se insertaba este anuncio de obras para la traída de aguas.

El Gobernador Civil también realizó una visita a Los Villares, donde se ofreció para resolver el problema "... sin sacrificio de nadie ni atropello de legítimos

intereses..." procurando convencer al pueblo de que "no dará más agua de la que sobre..."; y recordando, al Ayuntamiento de Jaén en Pleno ante el que hablaba, que una comisión de Los Villares fue recibida por el General Primo de Rivera que le prometió respetar los derechos del pueblo.

Las palabras del Gobernador sembraron cierta inquietud en el Ayuntamiento, donde eran conscientes de estar en el momento más crítico, pendientes del resultado de un estudio de la División Hidráulica del Guadalquivir que determinase el caudal de agua que disponía Riofrío y la que correspondía a Los Villares, según las necesidades de los riegos e industrias locales.

Inmediatamente comenzaron los problemas debido a la oposición a las obras de los vecinos de Los Villares, como señala en una comunicación al Ayuntamiento el Ingeniero Director de las obras José Acuña "Tengo el sentimiento de participar a V. S. que en el día de hoy (28-2-29) y hora de las diez de la mañana, me he visto obligado a suspender las operaciones de replanteo del canal de conducción de aguas a esta población por haberse opuesto a mi paso y al del personal a mis órdenes uno de los propietarios de los predios a través de los cuales ha de desarrollarse el citado canal..."

Sabotajes en las obras por un grupo de vecinos de Los Villares

Por su parte, los vecinos de Los Villares, "... capitaneados por el Sr. Alcalde de dicho pueblo, un Sr. apellidado Chamorro, farmacéutico establecido en Jaén y otros...", según el contratista, comenzaron a realizar acciones de sabotaje contra las obras, y a amenazar a los obreros y al contratista, destruyendo parte de las mismas, especialmente los sifones y algunos tramos de tubería, que rellenaban de piedras para que tuviesen que ser sustituidos, llegando a utilizar dinamita en dos ocasiones.

Anulación por el Tribunal Supremo de la concesión de aguas de Riofrío al Ayuntamiento de Jaén, y sus consecuencias

Una Real Orden de 19 de diciembre de 1930 colocaba al Ayuntamiento en una situación difícil al disponer el cumplimiento de la sentencia del Tribunal

Supremo, que anuló el Real Decreto de 21 de agosto de 1928 sobre la concesión de aguas de Riofrío para el abastecimiento de Jaén.

De esta forma, con las obras realizadas en más de la mitad de su extensión, ahora estaba en el aire la utilización de las aguas de Riofrío con las que siempre se había contado.

Las elecciones municipales del 12 de abril de 1931, que provocaron el advenimiento de la II República, trajeron también un cambio radical en el Ayuntamiento, que estaría presidido por un republicano don Pedro Lópis Llópis y en el cual los socialistas tendrían mayoría. El nuevo gobierno municipal intentaría impulsar el asunto del abastecimiento de agua a Jaén, dándole a la Comisión de Aguas y Responsabilidades, creada durante la Corporación de transición de la Dictadura a la República un máximo de competencias para depurar las actuaciones políticas de los ayuntamientos de la Dictadura consideradas irregulares, por un lado, y concluir lo antes posible el asunto de la traída de las aguas, por otro.

La Comisión de Aguas y Responsabilidades tuvo ciertas dificultades para conocer la situación en la que se encontraba la cuestión de las aguas debido al obscurantismo por el que se habían caracterizado los anteriores Ayuntamientos.

Se daba el caso de que casi la totalidad del presupuesto de las obras había sido entregado al contratista, que, además, amenazaba con pararlas si no se le pagaban las que tenía realizadas y aún estaban sin certificar por falta de un técnico que pudiera hacerlo, aduciendo ante la diferencia existente entre la obra ejecutada y el presupuesto cobrado errores de cálculo en el proyecto, en el que se habían previsto menos unidades de obra de las necesarias.

Nueva concesión de aguas de Riofrío, con fecha 4 de septiembre de 1931

El Alcalde realizó un viaje a Madrid para hacer gestiones ante el Ministro de Fomento y el Director General de Obras Públicas, a los que expuso la situación en la que se encontraba el Ayuntamiento al habersele anulado la

concesión de aguas de Riofrío y la absoluta necesidad de agua de Jaén, advirtiéndoles que se iría del Ayuntamiento sino se otorgaba la concesión .

Transcurridas varias semanas, en las que se enviaron dos escritos al Ministro "exigiendo" una respuesta inmediata, se formó una Comisión Pro-Aguas, por iniciativa de la Cámara de Comercio, que contó con el apoyo de casi todas las instituciones y sociedades que constituían las denominadas fuerzas vivas de Jaén: Cámara Urbana, Sociedad Económica, Casino de Artesanos, Sociedad "La Peña", Colegio de Agentes Comerciales, Asociación Agrícola Industrial, Círculo Mercantil, Centro Obrero, Diputación Provincial y la Minoría Parlamentaria de la Provincia.

La Comisión Pro-Aguas, realizó una serie de gestiones en Madrid que dieron como resultado inmediato una nueva concesión de aguas de Riofrío, con fecha 4 de septiembre de 1931, que consensua básicamente en la concesión a perpetuidad del caudal sobrante de los 114'8 l/s a que tenían derecho las tierras de Los Villares, correspondiendo a Jaén 64 l/s. en cualquier época del año, aunque para obtener ese caudal tuviese que expropiar agua de la destinada a riegos en Los Villares. Asimismo, el Ayuntamiento podía destinar parte del agua de riego para el abastecimiento de Jaén si adquiría las tierras que ésta debía regar.

Reinicio de las obras

Las obras comenzaron inmediatamente, el día 21 de septiembre, tanto en la ciudad como en el campo, donde faltaba por hacer el túnel del Portichuelo, uno de los tramos de la conducción más difícil y costosa; y se empezó a estudiar la Ordenanza para la explotación del servicio de aguas, la creación del negociado de aguas, las bases de un concurso para la adquisición de contadores, y se dictó un bando aconsejando a los vecinos que iniciasen las obras de las instalaciones del interior de las casas, ante la inminente terminación de las obras del abastecimiento.

Finalmente, el día 4 de febrero de 1932, llegaron a Jaén las aguas de Riofrío, una vez que las obras fueron reconocidas y autorizadas por el Ingeniero

Jefe de la División Hidráulica del Guadalquivir. El acontecimiento fue motivo de conversaciones y tertulias durante mucho tiempo. Algunos no se lo creían. Por fin ya podían tener agua en su propia casa con sólo girar el obturador de un grifo, Jaén ya había entrado en la modernidad. Seguramente hubo alguien que se preguntó si ponerse a la altura de los tiempos, de la forma en que se había desarrollado el asunto de la traída de las aguas de Riofrío, era entrar en la modernidad...”

RESUMEN

A la vista del detallado estudio del Sr. Cuevas, que lo he transcrito tal cual por su contenido tan pormenorizado, se complementa con dos hitos de ingeniería civil que existen en esta conducción y que por sí mismos hay que resaltar: ‘El Sifón del Diablo’ y el ‘Túnel del paraje del Portichuelo’, que se detallan en un anexo por su importancia.

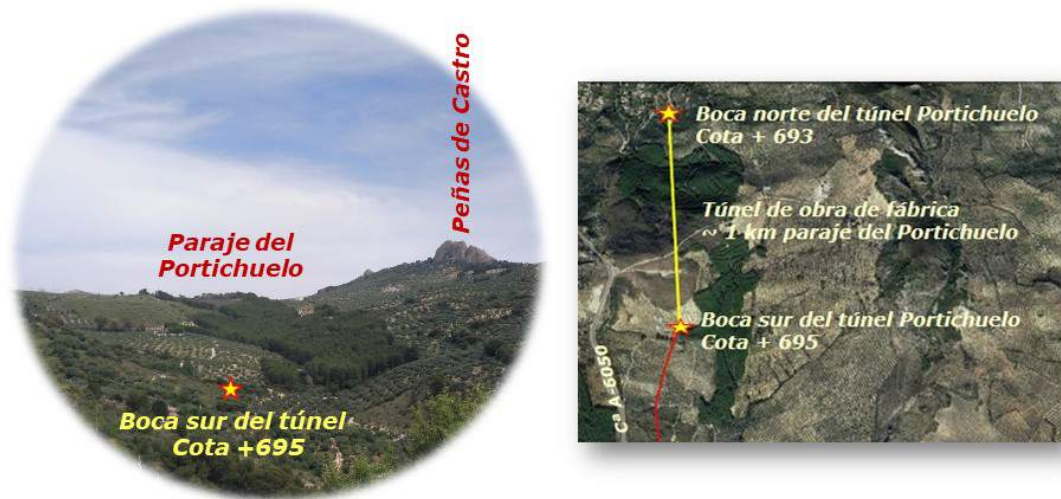
*ANEXO I: HITOS EN LA CONDUCCIÓN DE AGUAS DE LOS VILLARES A
JAÉN: 'EL SIFÓN DEL DIABLO' Y EL 'TÚNEL DEL PORTICHUELO'*

PRÓLOGO

En la conducción de aguas desde Riofrío a Jaén hay dos hitos de ingeniería civil que por sí mismos hay que resaltar: 'El Sifón del Diablo' y el 'Túnel del paraje del Portichuelo'. El primero, con una longitud de 0,950 km, salva el barranco por donde discurre, a - 119 metros de desnivel, el río Eliche, en el paraje denominado por los vecinos de Los Villares como 'El Remanso', río este, que a la altura del núcleo urbano de Los Villares recibe las aguas del arroyo de Riofrío. El segundo hito, con 1 km de longitud, es una galería subterránea visitable que salva el puerto del Portichuelo.



01_01_Sifón del Diablo



©mmesa

01_02_Túnel en el paraje del Portichuelo

EL SIFÓN DEL DIABLO

- *Instalación primitiva proyectada*

Las aguas procedentes de Riofrío, en concreto desde la central hidroeléctrica Del Chorro, llegan por gravedad a la cota +714 a través de una conducción de tuberías de fundición dúctil de \varnothing 300 mm unidas por medio de filástica de cáñamo y plomo derretido. Desde este punto tienen que salvar el barranco por donde discurre el río Eliche que se encuentra a -119 mts. En el sifón, cambian las tuberías de fundición de \varnothing 300 mm, a tuberías de \varnothing 500 mm de acero

estirado con soldaduras y bridas de empalme con tornillería, que descienden sobre dados de hormigón que les sirven de anclaje.

En su inicio, el paso de la tubería de \varnothing 500 sobre el río Eliche se hacía a través de tres pilastras de obra de fábrica de mampostería bastarda ligada con mortero de cal y arena de 5 metros de altura y una sección cuadrada de 4x4 metros ubicadas en el cauce del río, que sustentaban a la tubería de acero que se anclaba con pletinas de hierro en su coronación.

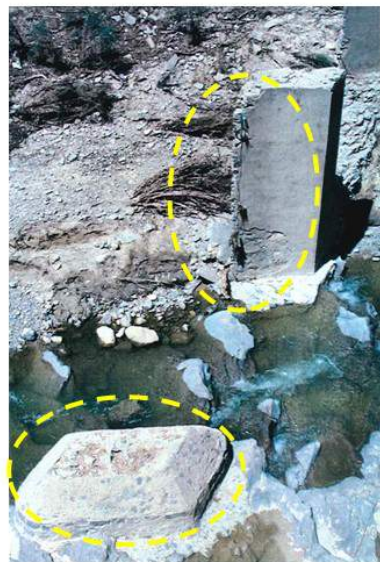
– *Daños producidos por una tormenta el 15/8/1996*

El 15 de agosto de 1996 una gran tormenta descarga a las 10,30 h y con mayor virulencia a las 23 h sobre la cabecera del río Eliche, provocando una avenida de aguas, lodo, piedras, árboles... que llegando al paso aéreo del sifón destruye la pilastra central, daña las pilastras laterales y las cimentaciones de los estribos, provocando la caída al lecho del río de la tubería, quedando el abastecimiento de aguas a Jaén suspendido.

Daños producidos por la riada en el Sifón del Diablo (agosto 1996)



Paraje 'El Remanso'. Detalle de los daños producidos por la riada en el estribo del puente del sifón.



Detalle de los daños producidos en las pilastras del puente del sifón.

©mmesa

01_03_Daños producidos por la riada en el Sifón del Diablo (agosto 1996)

Daños producidos por la riada en Sifón del Diablo (agosto 1996)

Detalle de los daños producidos en las pilastras.

Se observa la destrucción total de la pilastra central.



Conducción del embalse de Quiebrajano

Resto de la tubería destruida de la conducción depositada en el cauce del río.

©mmesa

01_04_Daños producidos por la riada en el Sifón del Diablo (Agosto 1996)_1

- *Nuevo diseño de la instalación del paso del río Eliche.*

A la vista de la situación y con el objetivo de restablecer los 6.000 m³ de agua que diariamente llegan a Jaén a través de la conducción dañada, el Ingeniero

Técnico Municipal D. Estaban de la Torre Tirado (q.e.p.d.) proyecta una serie de obras consistentes en:

Obra Civil:

- Reparación de las dos pilastras dañadas, eliminación de los restos de la pilastra central destruida y reparación de las cimentaciones dañadas de los estribos.

Estructura metálica:

- Fabricación de una estructura metálica (pasarela) de 50 mts de longitud y 1 mts de peralte, con IPN y perfiles laminados, apoyada sobre las pilastras del río (3) y los estribos, con el objeto de soportar la tubería de \varnothing 500. Dotada con barandillas de protección laterales y base de chapa para el paso de personas, incluso placas de anclaje de dimensiones adecuadas para sujeción de la estructura metálica a las pilastras y estribos.

Tubería:

- Fabricación 50 mts de tubería de acero estirado DIN 2440 \varnothing 500, soldada y embridada, montada en la pasarela con sujeciones metálicas, incluso acoplamiento de ventosas para la expulsión del aire y un desagüe para el sifón con válvula y bridas de \varnothing 100.

Tanto la pasarela como las tuberías a efectos de protección contra la oxidación y agentes atmosféricos, se recubrieron con una capa de resina epoxi aplicada en el taller de fabricación.

Montaje nueva estructura y tubería en el Sifón del Diablo (Octubre 1996)**Conducción del embalse de Quiebrajano**

Estructura metálica (pasarela) de 50 mts de longitud y 1 mts de peralte, con IPN y perfiles laminados, con barandillas de protección laterales y base de chapa para el paso de personas.



Tubería de acero estirado DIN 2440 Ø 500, soldada y embridada, montada en la pasarela con sujeciones metálicas.

©mmesa

**01_05_Montaje nueva estructura y tubería en el Sifón del Diablo
(Octubre 1996)**

- **Detalles del montaje**

Este puente (estructura y tuberías) se fabricó en la localidad de Atarfe (Granada) por la empresa de D. Diego Egea; transportándolo en una sola pieza hasta el lecho del río Eliche en un convoy especial por los medios utilizados: camiones tráiler, góndolas de transporte, grúa... para salvar los obstáculos de la Cª A-6050 e incluso el camino de acceso al punto de descarga por las dimensiones de la pieza (50 metros). Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a D. Miguel Herrera (q.e.p.d), encargado de la obra, que con su pericia y buen hacer depositó la estructura desde una altura

de más de 50 metros sobre las pilastras y los estribos en el lecho del río, en una maniobra espectacular y no exenta de peligro.

En un tiempo récord de 3 meses se restableció el suministro de aguas a Jaén desde Riofrío.

Hay que resaltar que también existe paralela a la conducción de Los Villares, la conducción de las aguas procedente del embalse del Quiebrajano.



**Paraje del `Remanso´ en el río Eliche (cota +595)
(mayo 2022)**

©mmesa

01_06_Paraje del `Remanso´ en el río Eliche.

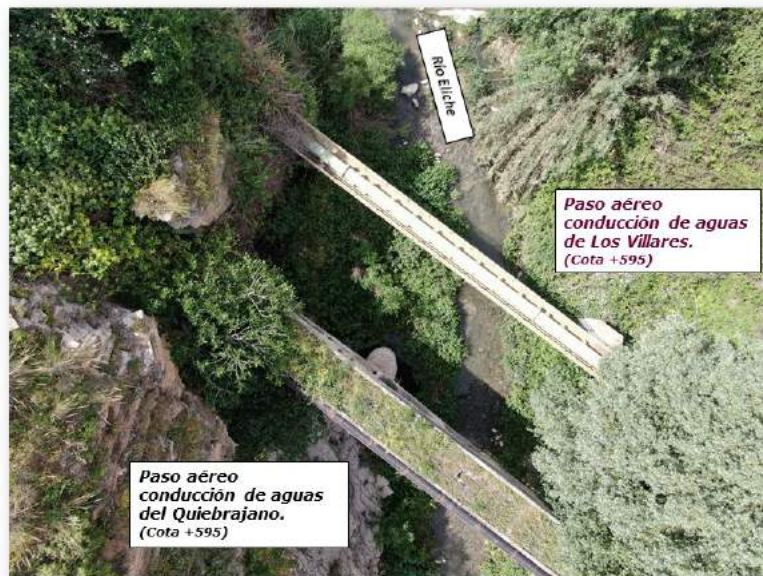


Paso aéreo de las conducciones de aguas de Los Villares (izq.) y del Quebrajano (der.) sobre el río Eliche (Cota +595) (mayo 2022)

©mmesa

01_07_Paso aéreo de las conducciones de aguas de Los Villares y del Quebrajano sobre el río Eliche.

Vista aérea del paso de las conducciones de aguas de Los Villares y Quebrajano (mayo 2022)



©mmesa

01_08_Vista aérea cruce conducciones sobre río Eliche.

LA GALERÍA VISITABLE O TÚNEL BAJO EL PARAJE DEL PORTICHUELO

La conducción se encuentra con otro nuevo obstáculo, el paraje del Portichuelo a una cota de +772 mts. Para salvarlo, pues llega por gravedad a la cota +695 mts después de cruzar subterráneamente la carretera A-6050, se practicó una perforación en el monte de 1 km de longitud, construyendo una galería o túnel visitable. En su época, esta galería se haría totalmente de forma manual: excavaciones, retiradas de productos sobrantes, hormigonado de paredes y techos, canalizaciones para alojar la tuberías, montaje de estas.

Cruce aéreo del Sifón del Diablo sobre la Cª A-6050



**Cª A-6050 vista norte
(Las Peñas de Castro).**

**Tuberías de acero conducciones del
Quiebrajano (Ø500) y Los Villares
(Ø300) sobre pasarela metálica.
Cota + 656 m**



**Cª A-6050 vista sur
(La Pandera).**

@mmesa

01_09_Cruce aéreo de la Cª A-6050.

Cruce subterráneo de la Cª A-6050

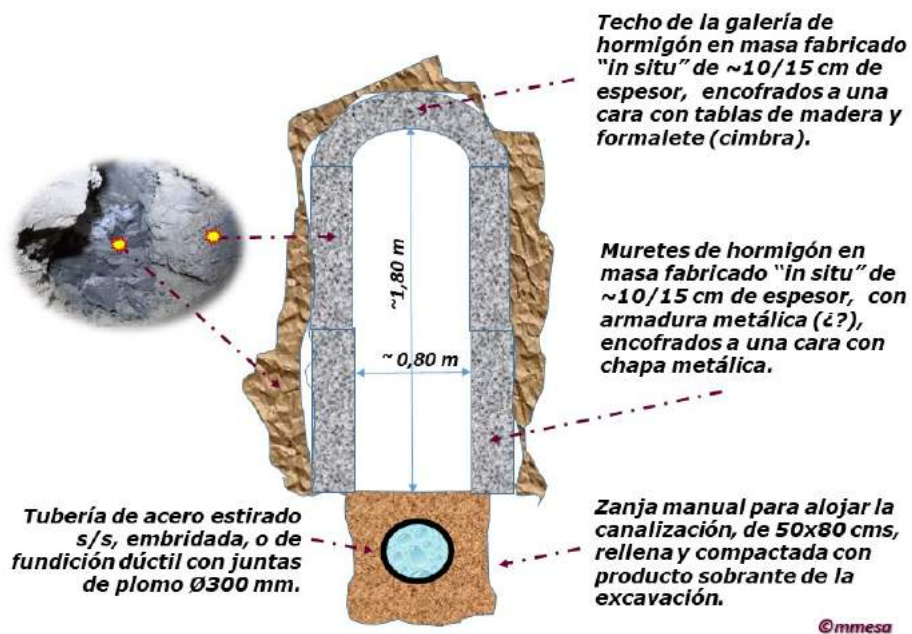


Tuberías de acero conducciones del Quebrajano (Ø500) y Los Villares (Ø300), ancladas con dados de hormigón y escollera de piedra. Cota +707 m

©mmesa

01_10_Cruce subterráneo de la Cª A-6050.

Galería de obra de fábrica que cruza el paraje del Portichuelo y que aloja en su interior la conducción de aguas de Los Villares



01_11_Galería de obra de fábrica que cruza el paraje del Portichuelo.

Galería de obra de fábrica que cruza el paraje del Portichuelo y que aloja en su interior la conducción de aguas de Los Villares

Boca norte



Interior de la galería

Boca sur



©mmesa

01_12_ Interior galería de obra de fábrica que cruza el paraje del Portichuelo.

Después de casi 100 años se encuentra en muy buen estado de conservación.

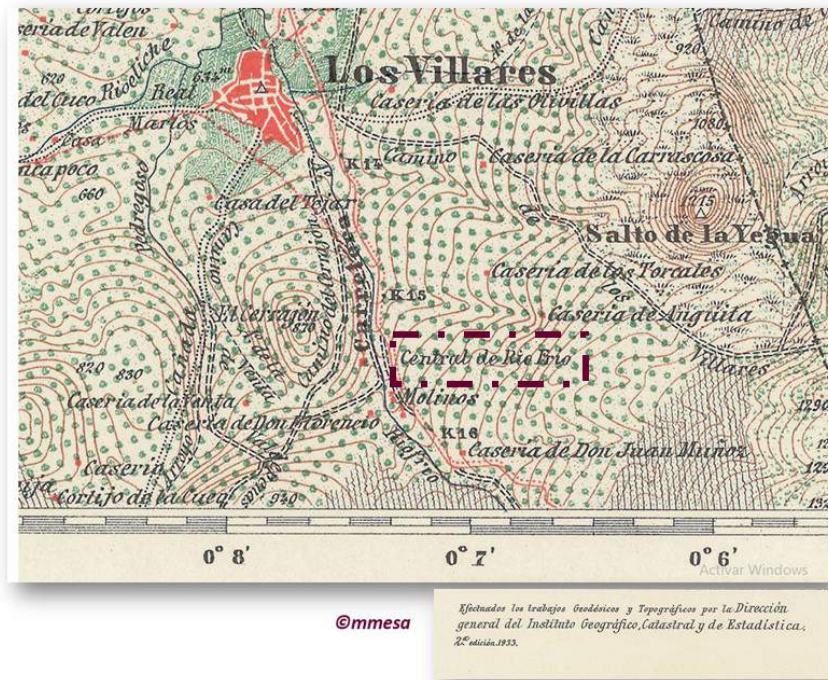
ANEXO II: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA DESDE 1927 EN TM DE LOS VILLARES (ELECTRA INDUSTRIAL ESPAÑOLA S.A. BILBAO - CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL CHORRO).

PRÓLOGO

En la conducción de aguas a Jaén desde el manantial de Riofrío nos encontrándome en el camino con un hito industrial próximo a Los Villares, que aunque no forma parte del trabajo, sí que está en el “camino del agua”, optando por su importancia el hacer un estudio anexo.

Ahora que está en boga apostar por las energías limpias, hay que resaltar, que desde 1927 en la central hidroeléctrica denominada <El Chorro> en el término municipal de los Villares a 17 km de Jaén, se producía energía eléctrica utilizando como fuerza electromotriz la energía cinética y potencial del agua que discurría por Arroyo Frío. Esta central suministraba corriente eléctrica a las localidades de Martos y Valdepeñas de Jaén. En la actualidad está abandonada, tan solo queda el edificio que albergaba las turbinas, generadores, así como los transformadores de corriente..., un edificio anexo que fue una escuela primaria rural, además de un grupo de viviendas anexas que formaban el poblado de los obreros que allí trabajaban.

Plano de ubicación central en 1933 (MTN50-0947-1933-nnn-Jaén)



02_01_Plano de ubicación central eléctrica (1933).

© Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)



02_02_Vista aérea conjunto central, escuela y poblado (oeste).

El que suscribe, a finales del año 1969, cuando cursaba el último año de carrera de Ingeniero Técnico en la especialidad de Centrales y Líneas, visité la central acompañado por D. Juan Antonio Zea (q.e.p.d.) La central se encontraba aún en funcionamiento, recordando como un operario realizó las maniobras de parada y marcha de las dos turbinas y sus generadores, su acoplamiento entre ambos y la posterior conexión con la subestación de la Cía Sevillana de Electricidad en Martos a través de una línea aérea de media tensión. Toda una maniobra manual ejecutada de forma magistral, pues estaba basada en la experiencia del operario y que aún no se me ha olvidado. Posteriormente la describiré con más detalle.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DEL CHORRO

El objetivo de esta publicación es recuperar, aunque sea de forma virtual, la “Central hidroeléctrica del Chorro”. Describir sus características constructivas, la maquinaria que allí estaba instalada, su funcionamiento y su estado actual.

Para una mejor comprensión he dividido el estudio en los siguientes apartados.

- a) Ficha del inmueble.
- b) Características constructivas de la central.
 - Azud
 - Canal
 - Cámara de carga
 - Tubería forzada
 - Canal aliviadero y desagüe de la central
 - Edificio
- c) Cálculo turbinas, generadores y línea de M.T.
- d) Colegio y poblado.

Ficha del inmueble.

IDENTIFICACIÓN

- Denominación: Central Hidroeléctrica Río Frío
- Código: 01230990012
- Caracterización: Arquitectónica, Etnológica
- Provincia: Jaén
- Municipio: Villares (Los)

DESCRIPCIÓN

Clasificación

- Tipologías: Centrales eléctricas
- Actividades: Producción de energía
- P. Históricos/Etnias: Edad Contemporánea
- Cronología: 1924-1960 (¿?) **Nota:** En 1969 aún estaba en funcionamiento.

La central se encuentra en la carretera de Los Villares- Valdepeñas a 3 Km de Los Villares en su margen derecho. Es una central de agua fluyente, que toma el agua del nacimiento de Río Frío y mediante un canal de 2 Km de longitud la

conduce a una cámara de carga. Posteriormente mediante una tubería de 350 metros de longitud y 155 metros llega a la central. Construida a base de muros de carga, con mampostería de piedra natural, concertada, llagueada, rejuntada mediante mortero de cemento. Las esquinas y huecos van reforzadas por sillería de piedra natural. La cubierta es de cerámica árabe sobre cercha de madera. Su planta es rectangular de dimensiones 10x25 metros.

Datos históricos:

Construida en 1924 por la empresa Electra Industrial Española, suministraba energía a Jaén (¿?), Martos y Valdepeñas. En 1950 Hidroeléctrica del Chorro la adquiere, pasando esta empresa posteriormente a Sevillana de Electricidad.



IDENTIFICACIÓN

Denominación:	Central Hidroeléctrica Río Frío
Código:	01230990012
Caracterización:	Arquitectónica, Etnológica
Provincia:	Jaén
Municipio:	Villares (Los)

DESCRIPCIÓN

Clasificación

Tipologías	Actividades	PHistóricos/Etnias	Cronología	Estilos
Centrales eléctricas	Producción de energía	Edad Contemporánea	1924-1960	-

Descripción

La central se encuentra en la carretera de Los Villares- Valdepeñas a 3 Km de Los Villares en su margen derecho. Es una central de agua fluyente, que toma el agua del nacimiento de Río Frío y mediante un canal de 2 Km de longitud la conduce a una cámara de carga. Posteriormente mediante una tubería de 350 metros de longitud y 155 metros llega a la central.

Construido a base de muros de carga, con mampostería de piedra natural, concertada, llagueada, rejuntada mediante mortero de cemento. Las esquinas y huecos van reforzadas por sillería de piedra natural. La cubierta es de cerámica árabe sobre cercha de madera. Su planta es rectangular de dimensiones 10x25 metros.

Datos históricos

Construida en 1924 por la empresa Electra Industrial Española, suministraba energía a Jaén, Martos y Valdepeñas. En 1950 Hidroeléctrica del Chorro la adquiere, pasando esta empresa posteriormente a Sevillana de Electricidad.

02_03_Ficha del inmueble.

Azud

El azud, elemento constructivo por donde se toma agua para el canal de alimentación a la central y situado próximo al nacimiento del arroyo de Río Frío, está formado por una presa de sección triangular construida en obra de fábrica de hormigón de 2 m de alta y 3 m de ancha. Anexo a él, existe un canal dotado de compuertas y rejillas que permiten el paso del agua al canal de la central o bien su vertido al cauce del arroyo.

Canal

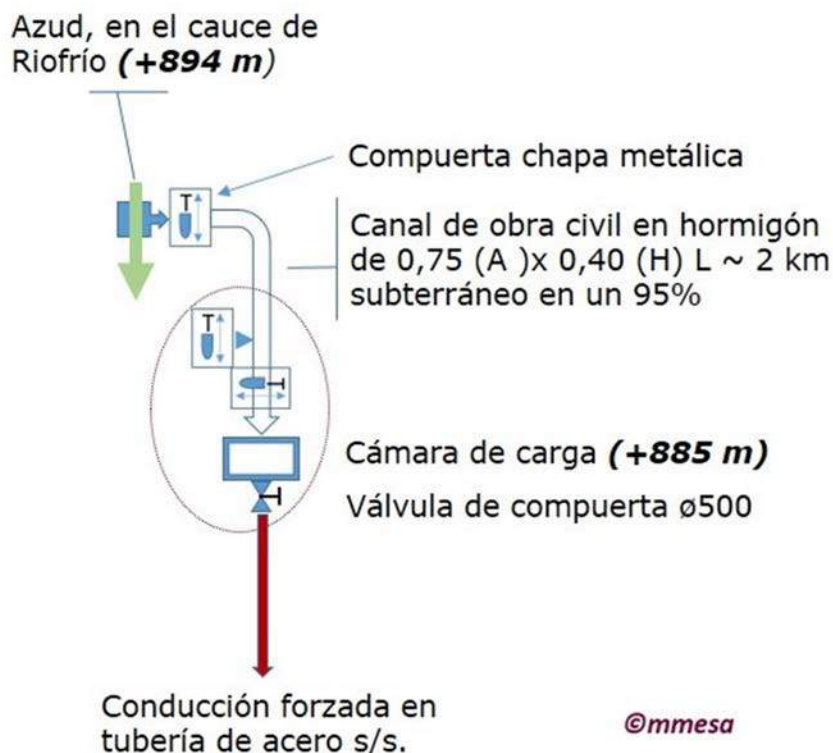
El canal que alimenta a la central, es de obra de fábrica de hormigón cubierto en su totalidad, a excepción de unos 20 metros al inicio de su traza que se encuentra sobre el nivel del terreno. Tiene una anchura de 75 cm y una altura de 40 cm, con una longitud de unos 2,5 kilómetros y un desnivel de ~ 10 m (0.36% de pendiente).

Vista aérea canalización azud cámara central eléctrica



©mmesa

02_04_Traza del canal desde el azud a la cámara de carga de la presa.



02_05_Esquema unifilar del azud, canal y cámara de carga.

Cámara de carga

La cámara de carga es un depósito de forma rectangular en obra de fábrica de hormigón armado de 6 m (A) x 6 m (L) x 4,2 m (H) ($V=150 \text{ m}^3$), semiempotrado en el terreno y con un forjado que hace de tapa del mismo. Entre este depósito y el canal descrito anteriormente, existe una arqueta intermedia dotada de dos compuertas, que o bien permiten el paso del agua a la cámara, o bien la vierten a un aliviadero formado por una canal abierta de hormigón, que discurre paralela a la conducción forzada de acero, y que conecta con el arroyo que discurre a pie de la central.

La cámara también está dotada de un rebosadero que a su vez vierte el agua sobrante al aliviadero descrito.

Tubería forzada

La tubería forzada que alimenta de agua, a una caudal y presión constante a las turbinas de la central, es de chapa de acero laminada en caliente y unida mediante remaches de roblones de un \varnothing 50 cm y e= 15 mm, su longitud de ~ 388 m constituida por tramos de 3,5 m de longitud y apoyada sobre zapatas de hormigón.

Vista aérea conducción forzada



@mmesa

02_06_Vista aérea conducción forzada.

Vista aérea oeste de la central y poblado.



©mmesa

02_07_Vista aérea (oeste) de la central, escuela y poblado.



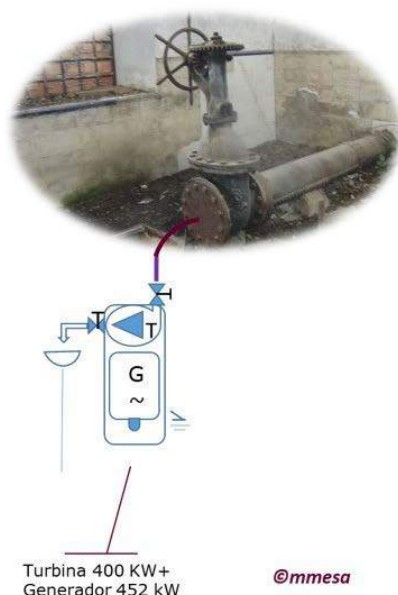
02_08_Detalle tubería de chapa de acero laminada en caliente, remachada con roblones.

Canal aliviadero y desagüe de la central

Tal como ya hemos descrito el canal aliviadero desciende paralelo a la tubería forzada y llega al desagüe de la central. Su función es la de desviar el caudal de agua que llega por el canal hacia la cámara de carga impidiendo así su entrada en ésta en los momentos en los que no funciona las turbinas. También recoge el agua del aliviadero de la cámara de carga si fuera necesario.

El desagüe de la central recoge el agua a la salida de las turbinas encontrándose debajo del edificio de la central y llega hasta el río donde desemboca. En este punto también llega el agua del canal aliviadero. Antes de la desembocadura en el río se encuentra el nacimiento del canal que lleva el agua potable hacia la ciudad de Jaén.

El desagüe consta de dos partes, la primera el “foso de las turbinas” que se encuentra justo debajo de la posición de las turbinas y tiene un tamaño de 9,8 m (L) x 2,5 m (A) x 4 m (H), a continuación la altura se reduce hasta 3 m en un túnel de 14,8 m de largo que llega hasta el nacimiento del canal y a continuación al río.



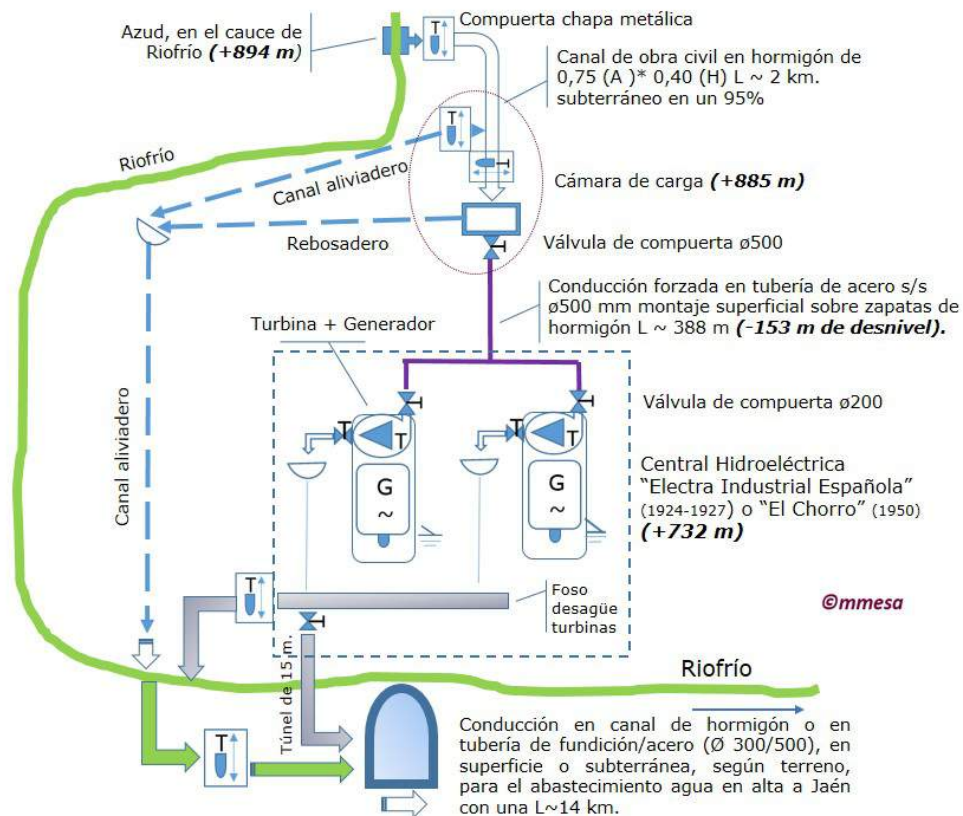
02_09_ Esquema unifilar grupo turbina – generador y conexión desagüe turbina al foso.



02_10_ Acceso al foso de las turbinas desde la sala de máquinas de la central.



02_11_ Interior del túnel en el exterior de la central que llega al nacimiento del canal.



02_12_Esquema unifilar hidráulico: Azud – canal – cámara – central – desagüe.

Edificio

En la ficha del inmueble se describe el edificio: “... Construido a base de muros de carga, con mampostería de piedra natural, concertada, llagueada, rejuntada mediante mortero de cemento. Las esquinas y huecos van reforzadas por sillería de piedra natural. La cubierta es de cerámica árabe sobre cercha de madera. Su planta es rectangular de dimensiones 10x25 metros...”



02-

***_13_ Vista alzado fachada del edificio (sala de máquinas de la central)
(ELECTRA INDUSTRIAL ESPAÑOLA S.A. BILBAO)***



***02_14_Balconada con el año de construcción (1927)
(Edificio interior sala máquinas).***



02_15_ Interior nave sala de máquinas (fachada este).

Se aprecian las válvulas de compuerta dotadas con sistema de regulación del caudal de entrada de agua a las turbinas desde la conducción forzada, así como las cimentaciones en hormigón armado de las turbinas y grupos generadores de corriente eléctrica.



02_16_ Colector de aspiración turbina con válvula de regulación caudal.



02_17_ Válvula de compuerta de corte y regulación con bridas.

El pavimento de la sala era de baldosas de cemento hidráulico de 30x30 propias de la época. Los paramentos están enfoscados, fratasados y enlucidos con mortero acabado con un revestimiento de pintura a la cal.



02_18_ Interior nave sala de máquinas (fachada oeste).

En esta parte de la nave estarían los cuadros de mando y protección de las salidas de media tensión a Martos – Valdepeñas y de baja tensión al poblado y autoconsumo de la central.



02_19_Vista interior nave de la cubierta.

La cubierta está formada por un conjunto de cerchas metálicas triangulares de perfiles de hierro laminado en caliente y remachados con roblones (sistema análogo al utilizado en la tubería de la conducción forzada).

Sobre las cerchas y a través de un entramado de correas y perfiles de madera, se apoya un faldón a dos aguas, formado por un entablado de tablonos de madera donde a su vez se apoya una cubierta de tejas árabes de cerámica.



02_20_Vista interior nave (fachada principal y ala oeste).

En la fotografía se puede apreciar la gran luminosidad existente en el interior de la sala de máquinas debido a los numerosos ventanales, e incluso vidrieras, que existen en los paramentos verticales que circundan la nave.

Cálculo turbina + generador

En el inicio hacía referencia que en el año 1969 visité la central como estudiante e incluso comprobé su funcionamiento, quedándome en el recuerdo que existían dos turbinas con sus correspondientes generadores, un centro de transformación con dos transformadores y una línea aérea de media tensión. Actualmente tan solo quedan las cimentaciones con sus anclajes de las turbinas y generadores, las válvulas de regulación y el local donde se encontraba el centro de transformación y poco más, e incluso la línea de M.T. ha desaparecido. Por desgracia el informe que hice en su momento con las características e incluso los esquemas unifilares de todos estos elementos, que conservé hasta finales del 2010, desaparecieron en una mudanza, lo que suponía partir de cero.



02_21_Local donde se situaban los transformadores de potencia y tensión. (En el techo se puede apreciar el aparellaje para entrada y salida de las líneas de conexión a los transformadores de potencia).

A tenor de lo anterior inicié una serie de averiguaciones preguntando a antiguos empleados de la Cía. Sevillana y en bibliotecas técnicas especializadas, pero sin resultado alguno, hasta que consulté un volumen del Zoppetti – Centrales Hidroeléctricas - los libros de mi carrera si los conservo - y allí estaba

TABLA IV.—HIDROELÉCTRICA DEL CHORRO

Aprovechamiento	Río	Superficie de las cuencas vertientes km ²	Capacidad útil de los embalses 10 ³ m ³	Altura de las presas m	Salto bruto m	Caudales a plena carga m ³ /seg	Número de grupos	Potencia instalada kW	Energía permanente anual 10 ⁶ kWh	Energía producida en año medio 10 ⁶ kWh
Gobantes	Turón	707	86	52-5	45,5 a 17	10	1	3344	3	4
Gaitanejo	Guadalhorce	1400	3	20	20 a 18	19,5	2	2600	2	4
El Chorro	Guadalhorce	1400	—	Derivación	100	10	4	7400	12	26
Paredones	Guadalhorce	1430	—	Derivación	46	9	2	3120	6	10
Valdepeñas	Susana	40	—	Derivación	116	1,39	4	924	0,9	2
Riofrío	Frío	4	—	Derivación	155	0,7	2	800	0,5	2
Nacimiento	Castril	1	—	3	120	1,2	2	1200	5	7

CONCEPTOS GENERALES

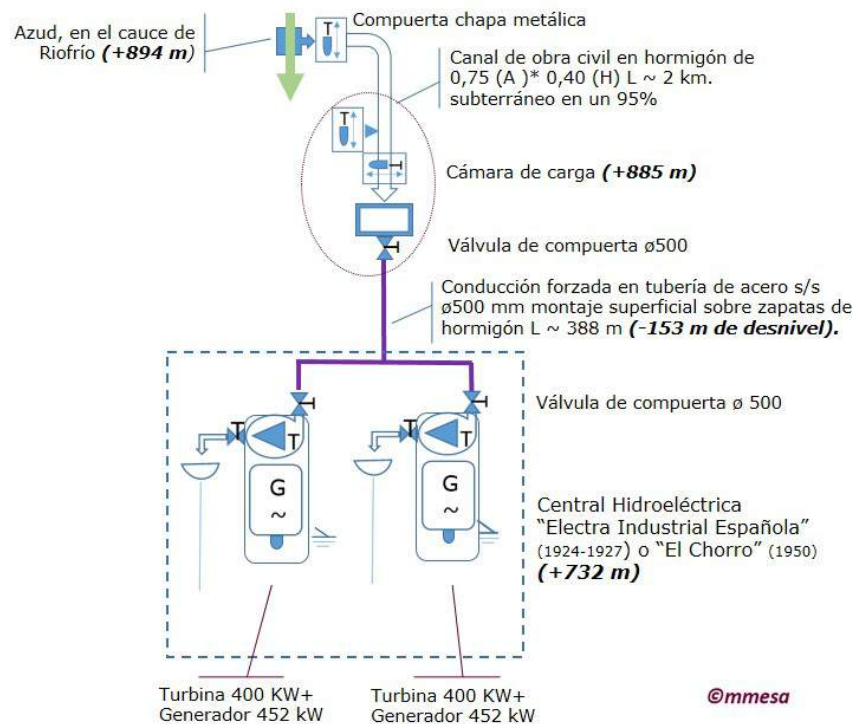
la información que necesitaba:

02_22_ Zoppetti – Centrales Hidroeléctricas

En la tabla se detallan las características de diferentes centrales de la compañía <<Hidroeléctrica del Chorro>> en Andalucía. Los datos correspondientes a la central de Riofrío son:

- Existe un salto (tubería forzada) de 155 metros.
- Un caudal $Q= 0,7 \text{ m}^3/\text{seg}$.
- Una potencia total instalada de 800 KW con dos grupos (turbina+ generador).

Estos datos y las bancadas que existen en la sala de máquinas, nos confirman la existencia de dos turbinas con sus correspondientes generadores de corriente alterna III acopladas en paralelo, y de igual potencia, que funcionarían simultáneamente, o bien, quedando una de ellas en reserva para el caso de avería o en periodos de mantenimiento.



02_23_Esquema unifilar hidráulico y de generación de potencia eléctrica.

A continuación trataremos de justificar que la potencia de 400 KW de cada generador está de acorde con la tubería de conducción de agua forzada de $\phi 500$ existente y la presión a la entrada de los rodetes de la turbina en función del desnivel entre la cámara de rotura de carga y la central hidroeléctrica (155 m.a.m.).

Datos:

- ✓ **Velocidad:** La velocidad media del agua en una tubería de acero de $\phi 500$, estaría comprendida entre 0.8 ~ 4 m/seg., pero en nuestro caso al existir una diferencia de nivel de 155 m.a.m. (15,5 Atm) hemos considerado un valor próximo al máximo (3,6 m/seg).

✓ **Caudal (Q) = S (m²) x V (m/seg)**

- S sería la superficie del tubería forzada Ø 500 = $\pi r^2 = 3.14 \cdot 0,250^2 = 0.196 \text{ m}^2$
- Q = $0.196 \text{ m}^2 \cdot 3,6 \text{ m/seg} = 0.7 \text{ m}^3/\text{seg} = 700 \text{ litros/seg}$

En nuestro caso al existir dos turbinas y funcionar simultáneamente, el caudal que pasaría por cada rodete sería el 50% del total, es decir 350 ltrs/seg a la presión de 15,5 Atm.

✓ **Potencia de la turbina en Kw**

- $P_w = \gamma Q (m.a.m) \mu$
- $\gamma = 9.81 \cdot 10^3$
- $\mu = 80\%$
- Q = $0.350 \text{ m}^3/\text{seg}$
- m.a.m. = $885 \text{ m} - 732 \text{ m} = 153 \text{ m}$ o 15,3 Atm
- $P_w = 420 \text{ Kw} \cong 466 \text{ Kva}$

✓ **Potencia del generador en Kw**

- $420 \text{ Kw} / 95\% = 399 \text{ Kw} \cong 443 \text{ kva}$

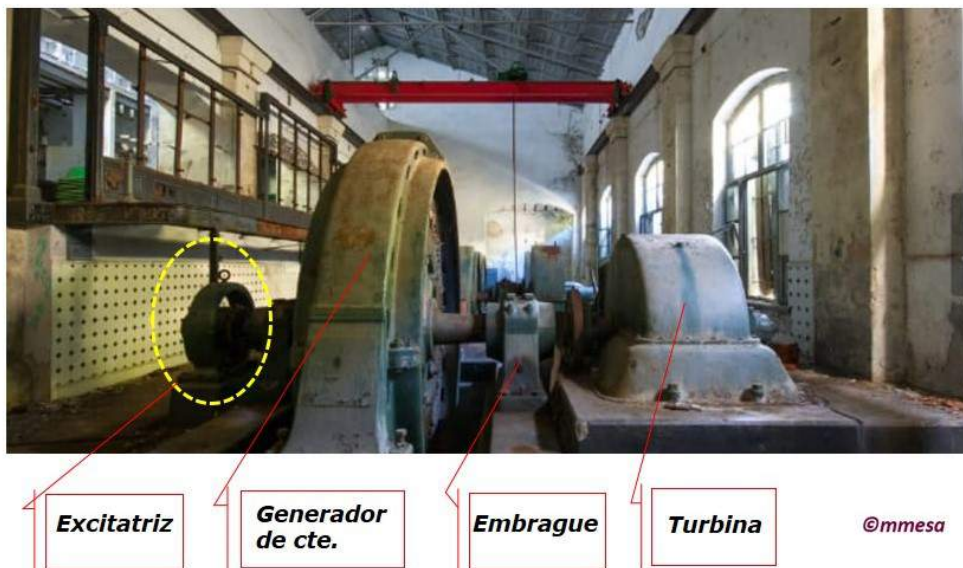
En resumen, tendríamos instalada dos turbinas de 420 KW acoplada a un generador de corriente III 690/400 V. a 50 Hz con una potencia de 400 KW.

(Nota: La tensión de 690/400 V la he considerado basándome en mi experiencia).

En el esquema unifilar de la instalación observamos la existencia de:

- 2 Generadores de energía eléctrica de una potencia unitaria de 400 KW.
- Cuadro eléctrico de protección y maniobra.
- Un transformador de potencia de 1.200 KVA y tensión 0.690 KV / 15 KV.
- Un transformador de potencia de 100 KVA y tensión 0,690 KV / 230/125 V.
- Línea aérea de M.T. de 15 KV
- Línea montaje superficial y aéreo de BT III+N 230/125 V

CONJUNTO TIPO DE TURBINA – GENERADOR DE ~ 400 KW



02_24_ Conjunto monobloc tipo de turbina y generador.

En la fotografía anterior figura un equipo monobloc de turbina y generador de cte de unos 400 KW. El que habría instalado en la central del Chorro, sería de dimensiones y características análogas.

Maniobras de puesta en marcha de la central

En el prólogo decía que describiría con detalle las maniobras que un operario debía de realizar para poner en funcionamiento las turbinas y sus generadores, así como el acoplamiento entre ambos y la posterior conexión con la subestación de la Cía Sevillana de Electricidad en Martos a través de una línea aérea de media tensión, pues bien, ahora trataremos de hacerlo, pero antes es importante describir los elementos que se reflejan en el esquema unifilar eléctrico.

El cuadro eléctrico de protección y maniobra.

Existía un cuadro general de protección y maniobra, compuesto por una placa de mármol de dimensiones adecuadas montada verticalmente sobre cuatro angulares metálicos que la sujetaban a la pared desplazándola unos 30 cms. En esta placa existía por cada máquina, un interruptor general o seccionador de cuchillas III y tres bases de cortacircuitos, además de los bornes de salida de la línea eléctrica, así como los siguientes instrumentos de medida: “Voltímetro” de 0/1000 V que mide la tensión que llegaba del generador, “amperímetro” de (0/500 A) que mide la intensidad de la corriente de llegada (En nuestro caso para la potencia unitaria máxima de 400 KW, marcaría 690 V y 378 A) y un “medidor de frecuencia” o “frecuencímetro” que indica la amplitud de oscilación de impulsos en un tiempo definido. También existía en el trascuadro un “reóstato”, instrumento que sirve para variar la resistencia eléctrica de un circuito eléctrico y así cambiar la tensión de salida del generador.

El frecuencímetro.

El generador tenía una frecuencia de 50 Hz o 50 periodos por segundo. Este indicador que es medible a través de un instrumento llamado

“frecuencímetro”, depende de la velocidad a que gire el rotor del generador, o lo que es lo mismo, a la velocidad a la que gire la turbina cuando esté acoplada por mediación del embrague. Esta velocidad la podían regular, a caudal constante, por mediación de la válvula (fotos 16 y 17) que actúa sobre la incidencia del “chorro” sobre los álabes. En resumen, actuando sobre la válvula podían variar la frecuencia de salida de la cte del generador, que debe ser constante a 50 Hz.

Una vez aclarados los dos puntos anteriores nos ponemos mano a la obra.

El maquinista una vez en funcionamiento una de las turbinas, la acoplaba o embragaba de forma manual al generador, e iba actuando sobre el volante de regulación de la válvula regulando la entrada de agua a la misma; el generador se ponía en marcha y el maquinista en el cuadro se fijaba en el valor de la frecuencia hasta que marcara los 50 Hz. Además de esta operación, también tenía que regular la tensión de salida, fijándose en el voltímetro, actuando sobre el reóstato, es decir que tenía dos parámetros: la tensión de salida - 690 V -, en nuestro caso y la frecuencia de - 50 Hz - Posteriormente hacía esta misma operación en la segunda turbina. Una vez que tenía estabilizada la frecuencia a 50 Hz, y la tensión a 690 V. de ambos generadores, “metía” el seccionador y los acoplaba y empezaba a circular los amperios por la línea de M.T. una vez transformada hasta las Martos, Valdepeñas... y aquí vuelta otra vez a regular la velocidad de la turbina y el reóstato, hasta conseguir estabilizar la tensión y la frecuencia ya con consumo. ¡Ah! se me olvidada, cuando el acoplamiento no salía bien, en la subestación de Martos saltaba un “chispazo” que se oía en Los Villares. ¡Faltaban manos y ojos! Por eso decía al principio que era de una maestría poner el “artilugio” en marcha. En fin, no sé si habré conseguido explicar el funcionamiento de esta central hidroeléctrica en toda regla, al menos lo he intentado.

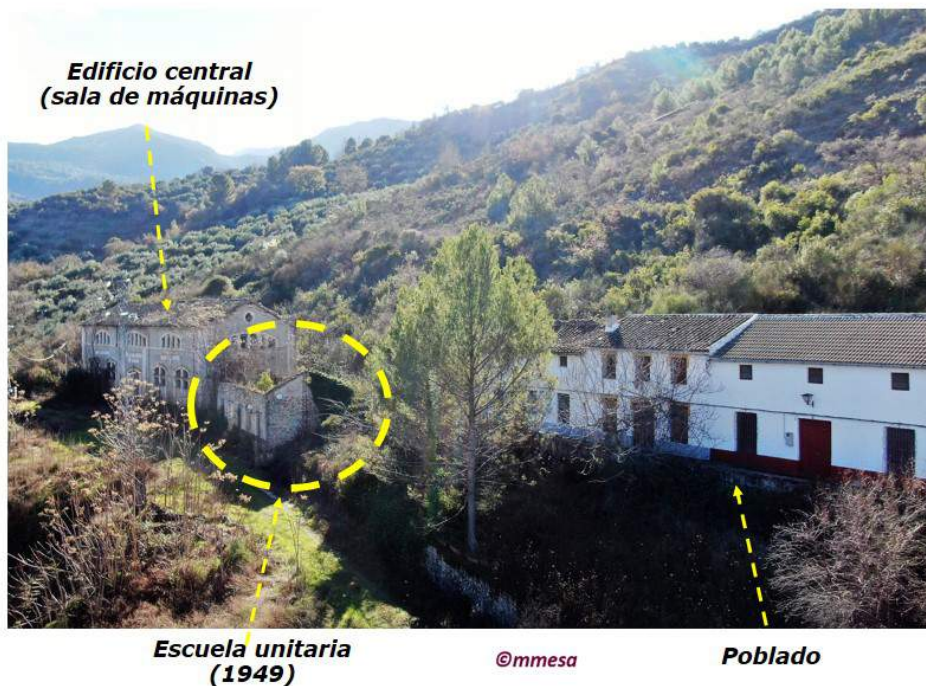
Los datos de la tensión de salida de los generadores y las potencias y tensiones de los transformadores son suposiciones más basadas en mi experiencia.

EL POBLADO

El mantenimiento de esta central, tanto en las construcciones hidráulicas: limpieza del azud, canal de suministro del agua, cámara de carga, fosos de desagüe... así como las instalaciones mecánicas y eléctricas: puesta en marcha de las turbinas y generadores, mantenimiento de la línea de M.T. ... requerían un número de trabajadores especializados en estos menesteres, lo que propició la construcción de un poblado con una serie de casas donde vivían los obreros con sus familias, así como una escuela unitaria para sus hijos que fue aprobada el 30 de noviembre del 1949 por el Ayto. de Los Villares.

<http://losvillaresenlamemoria.blogspot.com/search/label/Educaci%C3%B>

3n



02_ 25_ Ubicación de la escuela unitaria.



02_26_ Ubicación de las casas del poblado.

ANEXO III: LAS “PLUMAS DE AGUA” EN LOS RAUDALES DE JAÉN.

PRÓLOGO

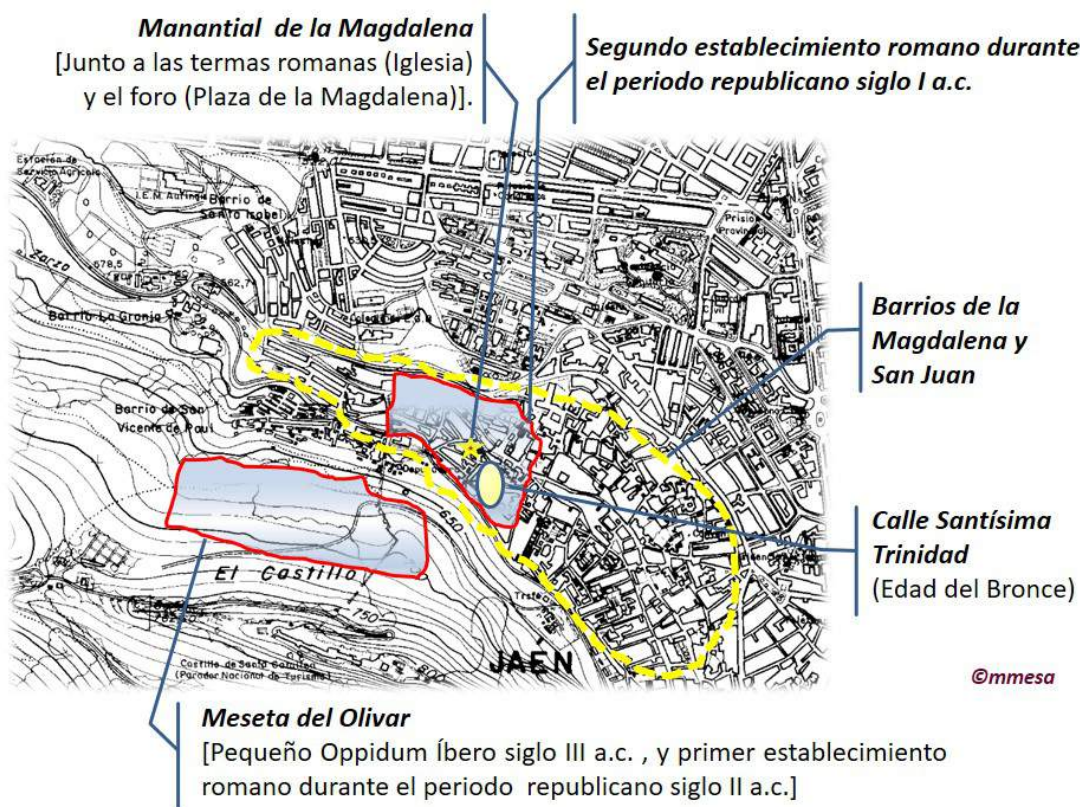
A los que ya peinamos canas la expresión: `Pluma de agua´ y `Raudal´ nos son familiares ¿quién no ha oído hablar desde nuestra niñez, sobre todo los que somos de Jaén, del `Raudal de la Magdalena´ o del `Raudal de Santa María´? y, ¿de la `Pluma de agua´? Pero me pregunto: ¿No les sonarán a `chino´ estos términos a los más jóvenes y a los que ya no lo son tanto? Pues bien, voy a tratar de explicar dentro de mis posibilidades, estos conceptos que forman parte desde antiguo de la distribución de agua potable en nuestra ciudad, sobre todo en los barrios de La Magdalena, San Juan, San Bartolomé, La Merced, El Sagrario e incluso San Idelfonso...

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA CIUDAD, DESDE SUS PRIMEROS POBLADORES, HASTA FINALES DEL SIGLO XIX.

Aunque el objetivo de este estudio son las <<plumas de agua>> en los raudales de Jaén, convendría recordar cómo se abastecían los numerosos pueblos que la han habitado desde la antigüedad:

- Del raudal de La Magdalena: los asentamientos en las Edades del Cobre y Bronce (calle Santísima Trinidad en el barrio de la Magdalena); en la Época de los íberos (pequeño Oppidum en la Meseta de Olivar, siglo II a.c.).

- Del raudal de La Magdalena y de Santa María: los romanos (1º emplazamiento en el Oppidum íbero y luego se desplazan en el siglo I a.c. junto a la Fuente de la Magdalena, Marroquíes Altos...); los asentamientos árabes y cristianos... hasta finales del siglo XIX, en la que se inicia un nuevo periodo trayéndola de lugares cercanos a la ciudad tales como: desde el T.M. de Los Villares (Arroyo Frío), o desde nuestro propio término municipal: Las perforaciones de las Peñas de Castro, o del manantial de Mingo en el paraje de Los Cañones, o desde el embalse del Quebrajano, por mencionar algunos de los más importantes.



03_01 _ Primeros asentamientos

LOS RAUDALES DE JAÉN

La ciudad de Jaén como es sabido se asienta en la falda del Cerro de Santa Catalina, elevación formada por terrenos calcáreos, que constituye un verdadero depósito de agua, que emerge a través de las fracturas de la capa freática, dando lugar a numerosos manantiales, varios de los cuales se encuentran dentro de la propia ciudad: La `Fuente de la Magdalena´ que aflora en la plaza del mismo nombre, que junto a su raudal de distribución, abastecía principalmente el sector noroccidental de la ciudad, y la `Fuente de Santa María´ que afloraba en el cerro del Tambor, frente al Seminario Diocesano, y que abastecía principalmente el sector oriental. Ambos manantiales jugaron un importantísimo papel en la articulación de la ciudad a lo largo de su historia, convirtiéndose en el principal factor que motivó el origen de este núcleo urbano y su progresivo desarrollo hasta nuestros días.

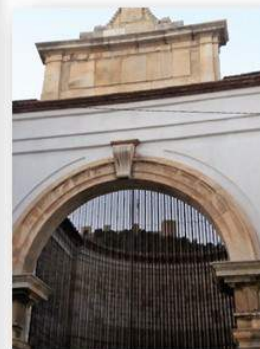
Desde estas fuentes se distribuía el agua a los barrios a través de cauces abovedados, galerías visitables y canalizaciones subterráneas, en donde se ubicaban distribuidores o repartidores que tenían conectadas tuberías de plomo que llevaban el agua potable a las casas de los vecinos, eso sí, a los más pudientes; el resto tenían que abastecerse de numerosas fuentes públicas distribuidas por los barrios. A todo este conjunto se le llamaba `raudales´.

El raudal de La Magdalena

El manantial principal era la Fuente de la Magdalena que abastecía la parte baja del barrio del mismo nombre, parte del barrio de San Juan, Los Caños y el barrio de San Bartolomé, llegando incluso hasta la actual plaza de Los Jardinillos



. 03_02 _ El territorio del Raudal de la Magdalena



©mmesa

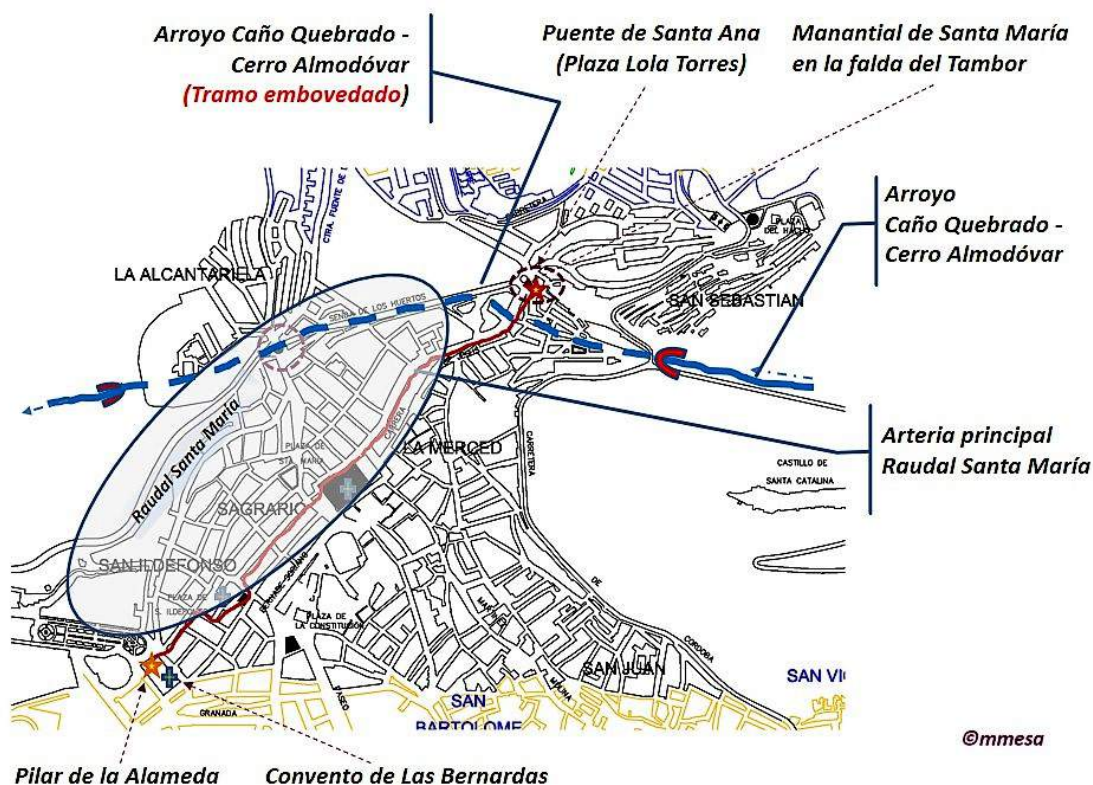
Manantial o fuente de la Magdalena

03_03 _ El Manantial o Fuente de la Magdalena

El agua sobrante del manantial sirvió también, primero para abastecer unos baños de origen romano, que estaban situados entre la Casa del Rincón o del Agua y los baños de don Fernando, lugar en el que luego se fundaron el convento de Santa Úrsula y el Huerto de Cárdenas (Colegio Público Ruíz Jiménez), donde parece haber existido canalizaciones y el segundo acueducto de Aurgi, y el sobrante para regar las huertas próximas, pero esto será objeto de otro estudio posterior.

El raudal de Santa María

El otro manantial, el de Santa María, que se encontraba en la falda del Tambor (Plaza de Lola Torres en la actualidad), abastecía la parte baja del barrio de la Merced, Plaza de Santa María, el barrio del Sagrario y San Idelfonso, e incluso llegaba hasta el pilar de la Alameda (fuente adosada al convento de Las Bernardas).



03_04 _ El territorio del Raudal de Santa María



El manantial de Santa María
(Puente de Santa Ana - Plaza de Lola Torres)

©mmesa

03_05_ El lavadero público de la “Poceta” al pie del Manantial de Santa María.

En el libro `El Viejo Jaén´ su autor, Manuel López Pérez, escribe: “... A la salida de la ciudad por la Puerta de Granada, a mano derecha y junto a la hoy Glorieta de Lola Torres nacía bajo un abrupto peñascal un copioso raudal de aguas frescas y cristalinas. Era el famoso y renombrado Raudal de Santa María que durante siglos surtió de agua a un amplio sector de la población. Abastecía nada menos que ochenta y seis fuentes particulares de los barrios del Sagrario y San Ildefonso y a un grupo de concurridas fuentes públicas tan renombradas como las del Cañuelo de Jesús, el Pilar de la Imprenta, los Pilarillos de Santa María, el Pilarejo del Borrego, las fuentes de San Francisco y San Ildefonso y el concurrido Pilar de la Alameda...”

“...Desde el manantial -hoy cubierto por edificios- las aguas se recogían en una gran balsa provista de un rebosadero, que en épocas de abundancia caía en cascada al barranco de Santa Ana, agregándose al arroyo que bajaba desde las alturas de Almodóvar y El Almendral y surtiendo el lavadero público de “La Poceta” Desde allí, a través de un cauce abovedado de vara y media de sección, (1'257 metros), proseguía la conducción pasando junto a los conventos de Santa

Ana y Carmelitas Descalzos hasta finalizar en un gran repartidor junto a la fuente del Cañuelo de Jesús.

Este minado orillaba el tortuoso Barranco de los Escuderos y debido a los desniveles del terreno, precisaba de ingeniosas obras de fábrica para nivelar el discurrir de las aguas y favorecer su rápido tránsito...

En referencia a las fuentes públicas, en el libro “Jaén desde sus obras públicas”, su autor, José María Almendral, escribe: “... *El Renacimiento ha dejado en piedra la historia de sus fuentes decorativas, distribuidoras de agua y testigos de amores y leyendas:*

- *La Fuente de los Caños*
- *La Fuente del Arrabalejo*
- *Fuente Nueva*
- *La Fuente de Las Bernardas.*

Las dos primeras se abastecían del Raudal de la Magdalena, y las dos últimas del Raudal de Santa María.



Fuente de los Caños
(Gregorio Murcia)

@mmesa

03_06_La Fuente de los Caños

La Fuente de los Caños, en la plaza del mismo nombre, construida por Gregorio Murcia.



Fuente del Arrabalejo
(Gómez del Castillo 1574)

@mmesa

03_07_ La Fuente del Arrabalejo

La Fuente del Arrabalejo, con su gran frontis adosado a una pared de la calle de Millán de Priego, construida por el corregidor licenciado Gómez del Castillo, en 1574.



Fuente Nueva (siglo XVII).

@mmesa

03_08_ La Fuente Nueva

Fuente Nueva, en la Plaza de la Merced, del siglo XVII



Pilar de la Alameda o de Las Bernardas

@mmesa

03_09_ EL Pilar de la Alameda o Fuente de Las Bernardas (1)



@mmesa



Pilar de la Alameda o de Las Bernardas

03_10_ EL Pilar de la Alameda o Fuente de Las Bernardas (2)



Pilar de la Alameda

©mmesa

03_11_ EL Pilar de la Alameda o Fuente de Las Bernardas (3)

La Fuente de Las Bernardas, situada en el lateral de la tapia que cierra el convento por La Alameda.



Pilar abrevadero en la plaza de San Félix

©mmesa



03_12_ El pilar abrevadero de la plaza de San Félix.

Este pilar abrevadero se abastece de un venero, y no es potable el agua, tal como se indica en una placa. Hay que aclarar que en la actualidad el agua que brota por los caños de las fuentes públicas, es de la red municipal, está clorada, y por supuesto es potable.

LA PLUMA DE AGUA Y EL REPARTIDOR

El repartidor o distribuidor

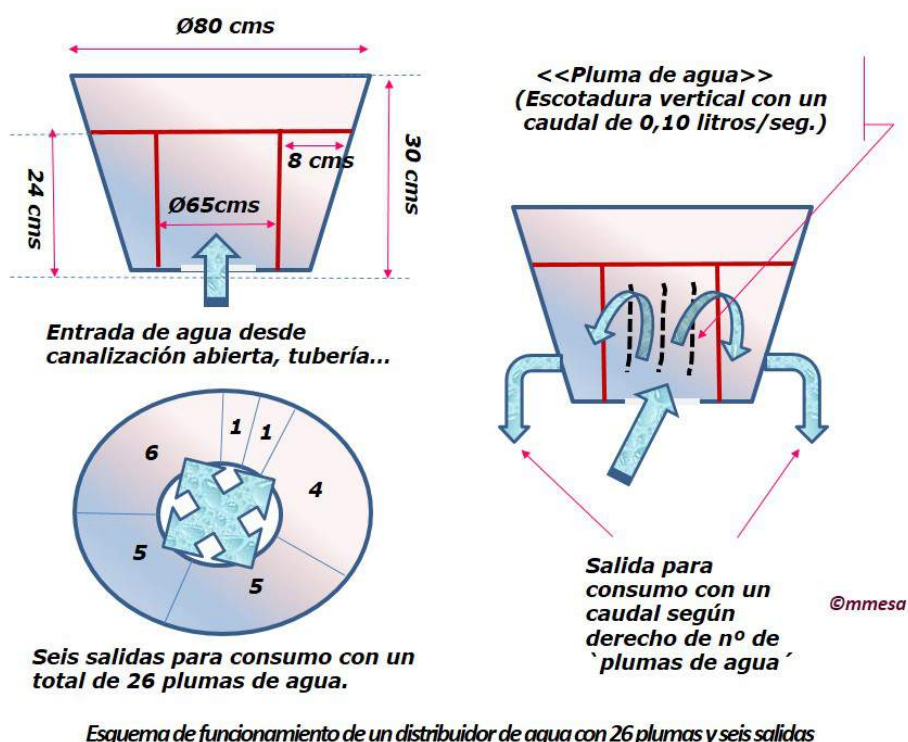
Anteriormente hemos dicho: “... Desde estas fuentes se distribuía el agua a los barrios a través de cauces abovedados, galerías visitables y canalizaciones subterráneas, en donde se ubicaban distribuidores o repartidores que tenían conectadas tuberías de plomo que llevaban el agua potable a las casas de los vecinos, eso sí, a los más pudientes...”

La pluma de agua

El diccionario de la lengua española dice: `Pluma de agua´, 1. f. Unidad de medida que sirve para aforar las aguas, y cuya equivalencia varía a mucho según los países. En concreto en Jaén 0,10 litros/segundo.

En el libro “Jaén desde sus obras públicas”, su autor, José María Almendral, escribe: “... Antes de 1928, Jaén disponía de unos 50 l/seg.; <dos raudales> se distribuían en las llamadas <<plumas de agua>. Escotaduras que se hacían en una alberca circular que rebosaba, llevándose cada poseedor de una o más pluma su ración del líquido elemento, por tubería de plomo, a su casa...”

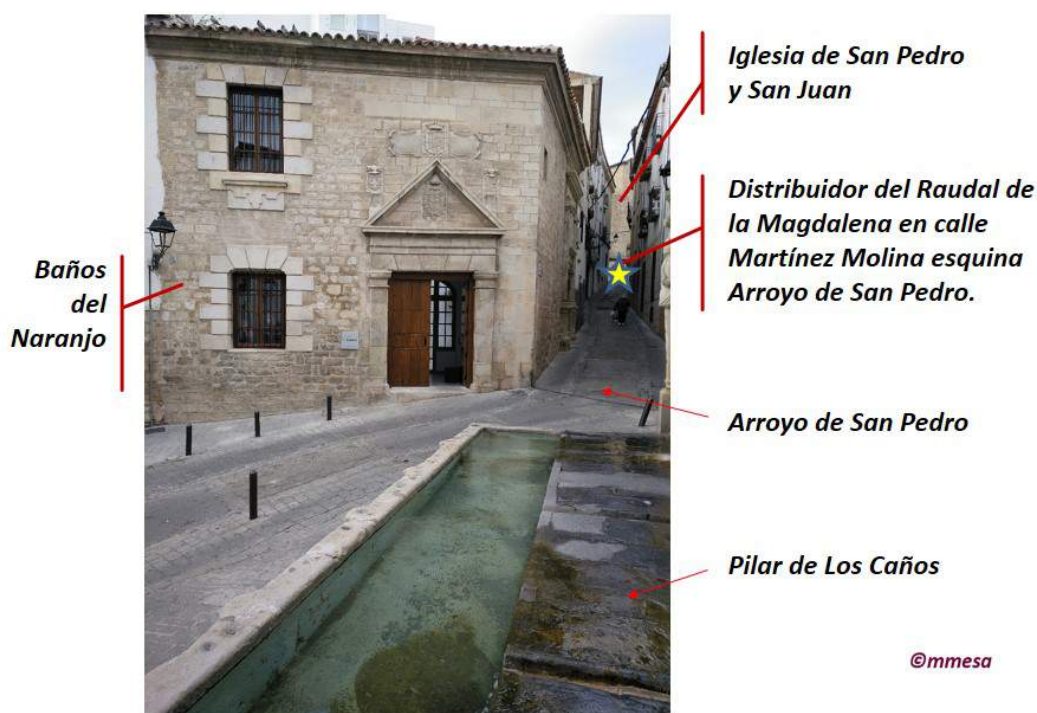
A tenor de lo expuesto, las `plumas de agua´ forman parte del distribuidor. Este elemento de forma troncocónica, estaba fabricado en chapa de zinc. El agua a `repartir´ le entraba por la base, y las salidas a las viviendas estaban acopladas en su lateral. Como describirlo es un poco engorroso, y como una imagen vale más que mil palabras he realizado una serie de esquemas dónde se ve perfectamente como era.



03_13_Esquema funcionamiento distribuidor de plumas de agua

El que suscribe a principio de los años 1980 tuvo la suerte de trabajar en numerosas obras de saneamiento, abastecimiento y pavimentaciones de gran parte del barrio de la Magdalena. Se cambiaron las tajeas de obra por donde circulaban las aguas fecales por colectores de hormigón o pvc, con sus correspondientes arquetas y pozos de registro, así como la instalación de las redes de abastecimiento de agua potable sustituyendo las tuberías de fibrocemento y plomo que existían por tuberías de fundición y polietileno.

Ejecutando estas instalaciones, en concreto en el cruce de la calle Martínez Molina con Arroyo de San Pedro y el acceso a la plaza de San Juan, existía un distribuidor de agua en chapa de zinc con numerosas “plumas” y salidas en tuberías de plomo que abastecían a las casas (de los puentes) situadas por debajo del nivel de esta calle. Desgraciadamente ese distribuidor fue a parar a la “chatarra” cosa imperdonable en la actualidad, pues tendríamos



Distribuidor en raudal de la Magdalena

ahora un elemento singular de la red de abastecimiento que podría estar en el Museo de Jaén.

03_14 _ El distribuidor c/Martínez Molina – Arroyo de San Pedro

De los raudales quedan algunos signos externos. Del principal, el Raudal de la Magdalena, está el manantial frente a la iglesia y una red de galerías visitables bien documentadas. Del Raudal de Santa María, algunas arquetas murales jalonadas en la Carrera de Jesús. En estas arquetas se supone que se encontrarían ubicados los distribuidores.



*El Cañuelo de Jesús
(Imagen del 1936 - Jaén en Blanco y Negro)*

©mmesa

***Distribuidor Cañuelo de Jesús en c/.Carrera de Jesús
(Raudal de Santa María)***

03_15 _ El distribuidor del Cañuelo de Jesús



*El Cantón de Jesús
(Jaén en Blanco y Negro
Imagen de 1950)*

©mmesa

***Distribuidor en la Carrera de Jesús -
Cantón de Jesús
(Raudal de Santa María)***

03_16_ Distribuidor en la Carrera de Jesús, esquina Cantón de Jesús.

La pregunta ¿Pero queda algún repartidor en Jaén en funcionamiento? Por suerte quedan dos, que al menos yo sepa. Estos distribuyen el agua de la Fuente del Alamillo que se encuentra en la Sierra del Neveral. Uno de ellos se encuentra en el interior de una caseta anexa a los depósitos que abastecen al centro hospitalario (Me consta que el Neveral tiene derecho a “siete plumas de



Caseta repartidor de la Fuente del Alamillo

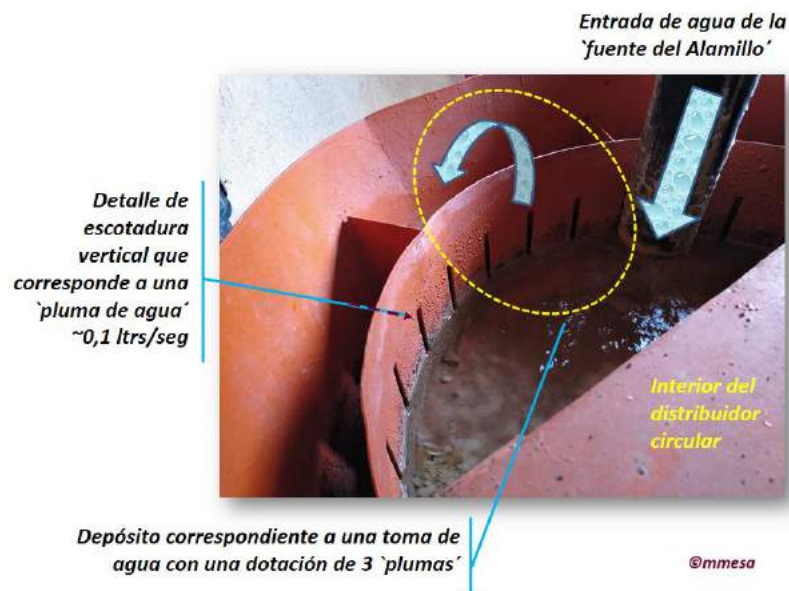
agua” de este repartidor).

03_17_Caseta repartidor paraje del Neveral

El segundo (no voy a revelar su ubicación) tiene 26 plumas de agua repartidas en seis salidas (2 de una pluma, 2 de cinco, 1 de tres y otra de 4). Todas estas salidas están abasteciendo caserías del entorno.



03_18 _ Distribuidor de agua de la Fuente del Alamillo



03_19 _ Detalle de las 'plumas de agua' en el distribuidor.

Este repartidor está construido en chapa de acero laminada, con salidas de tuberías de polietileno con válvula y filtro, y entrada de agua por la parte superior. Es de fabricación moderna, pero copia exacta del que existía en chapa de zinc, tuberías de plomo y entrada por la base.

Jaén, junio 2022

Bibliografía:

Revista Senda de los Huertos (nº 21). Estudio de D. Juan Cuevas Mata con el título: `Crónicas de historia reciente, la traída de aguas de Riofrío´

Agradecimiento:

A Rafael Cobaleda por su aportación de las fotografías del túnel del Portichuelo.

Mi recuerdo

A mis amigos D. Esteban de la Torre Tirado (q.e.p.d.) y D. Miguel Herrera (q.e.p.d.).

Fotos, textos, diapositivas y maquetación: Miguel Mesa Molinos (Ingeniero Técnico Industrial, colegiado 174 COITI de Jaén).

