

**CONVENIO ENTRE EL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO
DE ARAGÓN Y LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA: INGENIERÍA, ANÁLISIS Y
GESTIÓN DE REDES DE RIEGO PARA TRANSFORMACIÓN Y
MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS**

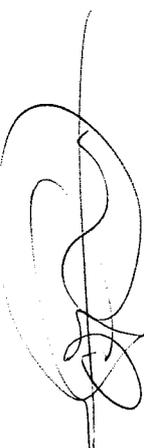


DIPUTACION
GENERAL
DE ARAGON

REGISTRO GENERAL DE CONVENIOS
Con esta fecha y de conformidad con el
Decreto 151/88, ha sido inscrito con el
nº 150 en la Hoja 6 Capitulo
Folio el presente
Zaragoza, a 30 de 06 de 2000
El Encargado del Registro.

En Zaragoza a 30 de junio de 2000

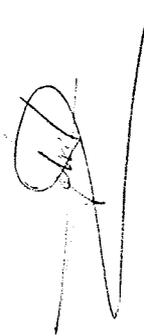
REUNIDOS:



De una parte el Excelentísimo Sr. D. Gonzalo ARGUILÉ LAGUARTA, Consejero del Departamento de Agricultura del GOBIERNO DE ARAGON, que suscribe este Convenio por delegación de la Diputación General de Aragón efectuada en virtud de Acuerdo de la misma tomado en su reunión de 13 de junio de 2000 y en el que se autoriza la suscripción del presente Convenio.

Y de otra el Excelentísimo Sr. D. Felipe PÉTRIZ CALVO, Rector Magnífico de la UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA, según nombramiento de Decreto 110/2000, de 13 de junio, publicado en el B.O.A. nº 69 de 14 de junio.

EXPONEN



El Convenio Marco entre la Diputación General de Aragón y la Universidad de Zaragoza fomenta las actividades de cooperación entre ambas instituciones, estableciendo objetivos generales, entre los que se incluyen los específicos a desarrollar en el presente Convenio.

La Diputación General de Aragón, a través de la Dirección General de Estructuras Agrarias, estando concernida en la mejor ingeniería y gestión de los sistemas de riego a presión en que interviene, y la Universidad de Zaragoza, como consecuencia del desarrollo de sus actividades de I+D en el dominio de la ingeniería hidráulica de los sistemas de riego, vienen colaborando, en actuaciones de mutuo interés, que se han desplegado desde finales de 1994, articuladas mediante el Convenio: "Modelización Avanzada y Evaluación de las redes de Riego en Aragón", acordado entre la Universidad de Zaragoza y el Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón". El Convenio fue suscrito originalmente el de 2 mayo de 1995, siendo Consejero de Agricultura D. Simón



Casas Mateo y tuvo continuidad el 11 de junio de 1997, bajo el mandato de D. José Manuel Lasa Dolhagaray.

Las tareas comprometidas en dicho Convenio concluyeron en 1999 habiéndose alcanzado satisfactoriamente las metas comprometidas. Los objetivos que fueron cubiertos durante el periodo de vigencia de dicho Convenio se sintetizan en los siguientes epígrafes:

- Generación de herramientas informáticas de ingeniería hidráulica avanzada que permiten realizar el proyecto y gestión flexible de redes de distribución a presión para regadíos.
- Interconexión de dichas herramientas con software profesional de interés para el diseño y proyecto de redes: *AUTOCAD*, *DIOPRAM*, incorporando la comunicación con bases de datos y aplicaciones ofimáticas (*ACCESS*, *EXCEL*) de diversa índole.
- Validación del software y determinación sus capacidades predictivas mediante ensayos de campo en redes en explotación cuyas medidas se compararon satisfactoriamente con las simulaciones.
- Aplicación de los resultados al diseño y modificación de los sectores en construcción o pendientes de reformas: *Sector XIII y XIV de Bardenas II*, *Sector XXXII, XXXV y XXVII del Cinca*, *Sectores I y II del IV tramo del Canal de Monegros*, *Sector III, IV y XIV de Monegros II*, y *primera fase del Canal Calanda-Alcañiz*.
- Recopilación en formato *AUTOCAD* de las planimetrías digitalizadas y modelización hidráulica del conjunto de las 41.000 ha de redes a presión operativas, en ejecución o en proyecto, en que la *Dirección General de Estructuras Agrarias* interviene: *Sectores XIII y XIV de Bardenas II*, *Sectores XXVII, XXVII, XXIX, XXX, XXXI-1º, XXXII-2º, XXXII, XXXIII, XXXV, XXXVI, XXXVII-bis del Cinca*, , *Sectores I y II del IV tramo del Canal de Monegros*, *Sectores I, II, III, IV, XIV de Monegros II* y *primera fase del Canal Calanda-Alcañiz*.

La utilidad práctica y la repercusión del trabajo desarrollado hasta la fecha se encuentra sobradamente justificada, con una favorable acogida que ha tenido entre los técnicos de los Servicios Provinciales de la Dirección General de Estructuras Agrarias, Departamentos de Agricultura de otras Comunidades Autónomas, fabricantes de equipos e ingenierías del sector, habiendo obtenido



por añadidura un notable reconocimiento científico- técnico, en los programas de Recursos Hídricos del Plan Nacional de I+D. El grupo ha demostrado un dinamismo capaz de abordar en plazo y forma los objetivos prácticos propuestos, configurándose como un equipo de excelencia y netamente innovador en el contexto nacional e internacional.

En el actual momento existe un conjunto de zonas de regadío aragonesas a transformar, cuyos proyectos deben ser reformados o elaborados, que constituyen un campo de aplicación privilegiado para la puesta en práctica, aprovechamiento y mejora de los avances tecnológicos conseguidos gracias a la colaboración del Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza, traducidos en herramientas informáticas que permiten acometer proyectos hidráulicos de una forma más eficaz, fiable y económica.

Además, como quiera el conjunto de las tareas que se han abordado constituye sólo una parte de los objetivos generales y específicos que fueron previstos en la redacción inicial del Convenio de 1995, que posteriormente fueron acotados y secuenciados en el texto reformado de 1997, de acuerdo a las necesidades más inmediatas, con el fin de acompasar el proyecto a las disponibilidades presupuestarias de los ejercicios 96 y 97, y como, por otro lado, a lo largo de la ejecución de los trabajos, y en virtud de la experiencia y sugerencias acumuladas, han ido apareciendo de forma natural nuevas necesidades y demandas tecnológicas, especialmente en todo referente al diseño óptimo, generación de documentación técnica y constructiva de redes así como en lo relativo a la gestión y explotación de las redes de riego, resulta de la máxima conveniencia para el Departamento de seguir contando con las exclusivas capacidades aportadas por la Universidad de Zaragoza para continuar contribuyendo a los objetivos de extensión y modernización del regadío aragonés.

Dado que en la DUODÉCIMA cláusula del texto del Convenio establece la posibilidad de renovación del mismo, previa ampliación de los objetivos correspondientes, y puesto que en diversas entrevistas mantenidas con técnicos y responsables de los distintos servicios se han manifestado importantes necesidades que encajan perfectamente en marco de las actividades de colaboración mantenidas hasta el momento se deduce que es de mutuo interés establecer una continuación del Convenio de colaboración con propósitos renovados, objetivos que suponen la consolidación y aprovechamiento práctico intensivo de los resultados previos en el diseño de nuevos regadíos y en la gestión de los existentes, contenidos que son demandados desde las prioridades y competencias de la Dirección General de Estructuras Agrarias, preocupada por aplicar las innovaciones que aportan las nuevas tecnologías para satisfacer un



equilibrio que hagan compatible la máxima economía posible en las inversiones en infraestructuras y en los consumos de agua y energía, con el eficaz servicio de regadíos.

En estas nuevas tareas comprometidas se procederá a explotar y rentabilizar sistemáticamente los logros y capacidades de cálculo e ingeniería alcanzados durante el Convenio, y se introducirán y evaluarán algunas nuevas capacidades que completan y potencian las existentes.

El enunciado de los objetivos formulados se resumen y agrupan bajo los siguientes epígrafes, siendo desarrollados en su contenido con mayor detalle en la Memoria Técnica que acompaña a este documento.

- 1) Suministrar soporte científico-técnico integral para el diseño hidráulico de las reformas y actualizaciones necesarias en las redes de distribución de transformaciones a regadío en zonas de Interés General que poseen proyecto así como en el diseño de nuevos Sectores.
- 2) Realizar la ampliación, mejora y desarrollo de nuevo software destinado al diseño y gestión de regadíos.
- 3) Efectuar un asesoramiento continuado en temas avanzados y especiales en campos relativos a la ingeniería hidráulica y sistemas gráficos y topográficos en los casos en que la Dirección General de Estructuras Agrarias intervenga y así lo solicite.

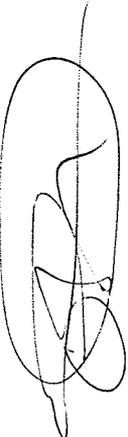
En consecuencia

CONVIENEN

PRIMERO.- La Universidad de Zaragoza llevará a cabo los desarrollos, innovaciones y aplicaciones a casos concretos que se detallan en la Memoria Técnica anexa a este Convenio que poseerá una vigencia hasta el 31 de diciembre del 2002.



SEGUNDO.- Dichos trabajos serán abordados actuando como investigador principal y responsable del equipo, el Dr. D. Ricardo Aliod Sebastián, quién nombrará el personal contratado y becado necesario para la consecución de cada una de las fases. Asimismo procederá a la adquisición de material inventariable para la culminación de los propósitos señalados.



TERCERO.- El Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón financiará el presupuesto del proyecto a través de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Zaragoza con aportaciones que se distribuirán de la siguiente manera: 10.000.000 pts en el ejercicio del año 2000, 15.000.000 pts en el ejercicio del año 2001 y 5.000.000 pts en el ejercicio del año 2002. El abono de dichas cantidades se efectuará como sigue. Los pagos se efectuarán en certificaciones trimestrales sobre los trabajos efectuados y la Memoria Anual deberá ser remitida a los miembros de la Comisión de Seguimiento antes del 15 de Diciembre de cada año. El abono de dichas cantidades se hará efectivo en la cuenta nº 2510-77. Caja de Ahorros de la Inmaculada (C.A.I.). Urbana nº 11 Gran Vía. Nº 52. Zaragoza -50.005 a nombre de la Universidad de Zaragoza - OTRI, para lo cual se presentaran las facturas o documentos justificativos de los gastos relacionados con los trabajos previstos.

CUARTO.- La Universidad aportará el personal de plantilla, o contratado, técnicos y equipamiento adecuados para los fines propuestos, así como los necesarios espacios físicos (despachos, laboratorios, etc...).



QUINTO.- Salvo que se especifique lo contrario en el encargo de aplicaciones informáticas de uso exclusivo del Gobierno de Aragón, las aplicaciones informáticas compiladas para la ingeniería de redes obtenidas como consecuencia de la ejecución del presente Convenio, serán copropiedad por partes iguales de la Universidad de Zaragoza, y de la Diputación General de Aragón, pudiendo ser utilizadas indistintamente con conocimiento mutuo por ambas instituciones, siendo posible incorporar los logotipos del Gobierno de Aragón, y de la Universidad de Zaragoza, previa su justificación, y mediando la autorización correspondiente de la otra parte.

El Departamento de Agricultura, a través de la Dirección General de Estructuras Agrarias, determinará, en su caso, el grado de confidencialidad de los datos y redes sobre las que se realicen trabajos de cualquier índole.

Tanto las personas físicas que participen en la ejecución del objeto del Convenio, como las dos partes que lo suscriben, dispondrán las medidas y cautelas necesarias tendentes a garantizar que los resultados del proyecto no



sean objeto de un difusión o conocimiento tal que puedan hacer posible el aprovechamiento del mismo por terceros que no dispongan de autorización o título suficiente para ello. El incumplimiento de los deberes impuestos en este párrafo supondrá la rescisión del Convenio.

En las posibles publicaciones y "Software" que recojan los resultados científico-técnicos a que hubiere lugar, figurarán siempre los nombres del equipo de investigadores participantes, así como el de la Universidad de Zaragoza y del Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón.

SEXTO.- La Universidad dejará operativos y disponibles para consulta y aprovechamiento la documentación técnica, aplicaciones informáticas, bases de datos, informes y cualesquiera otros materiales generados en ejecución del Convenio, en el formato y soporte que se le indique, con objeto de hacer plenamente aprovechables los resultados de la colaboración, e informará con la periodicidad que le sea requerida acerca de todos los detalles que le sean solicitados.

SEPTIMO.- Se constituye una Comisión de Seguimiento formada por seis miembros. Formarán parte de la misma en representación del Departamento de Agricultura: el Director General de Estructuras Agrarias y el Jefe del Servicio de Proyectos e Infraestructura Rural más un técnico a designar por la Dirección General de Estructuras Agrarias, que ejercerá las funciones de enlace y coordinación ejecutiva. En representación del Rector Magnífico de la Universidad de Zaragoza: el investigador principal del Proyecto, y el Director de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación y un miembro del equipo investigador designado por el Investigador Principal. La Comisión de Seguimiento será convocada al menos una vez al año durante la segunda quincena del mes de Diciembre. La iniciativa de la convocatoria corresponderá indistintamente al Director General de Estructuras Agrarias y al Director de la OTRI.

OCTAVO.- A la firma de este Convenio entrarán en vigor las cláusulas del mismo.

NOVENO.- Será causa de resolución de este Convenio el incumplimiento de los extremos especificados en el mismo. En tal caso se procederá a valorar económicamente el trabajo realizado, en función de la fase en que se encuentre abonándose en la forma prevista en la cláusula TERCERA. Será competente la jurisdicción contencioso-administrativa para dirimir cualquier cuestión en litigio que pueda producirse como consecuencia de la ejecución, interpretación, modificación y resolución del presente Convenio.



DECIMO.- El presente Convenio entra en vigor el día de su suscripción, y su ejecución se desarrollará hasta el 31 de diciembre del 2002, día en que concluirá su vigencia. Podrá renovarse el Convenio, previa aprobación del presupuesto necesario, y ampliación de los objetivos correspondiente, suscribiéndose el oportuno instrumento por las partes.

De conformidad con lo estipulado, las partes suscriben el presente Convenio por duplicado en el lugar y fecha indicados.

EL EXCMO. SR. CONSEJERO DEL
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

Fdo.: Gonzalo Arguilé Laguarda

EXCMO. SR. RECTOR MAGNÍFICO DE
LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Fdo.: Felipe Pétriz Calvo



MEMORIA TÉCNICA

**CONVENIO ENTRE EL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
DEL GOBIERNO DE ARAGÓN Y LA UNIVERSIDAD DE
ZARAGOZA: INGENIERÍA, ANÁLISIS Y GESTIÓN DE REDES DE
RIEGO PARA TRANSFORMACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE
REGADÍOS.**



1.- ANTECEDENTES.

El contenido del Convenio de colaboración entre la *Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón*, a través de la *Dirección General de Estructuras Agrarias (DGEA)*, y la *Universidad de Zaragoza (UZ)*, que se establece en la presente Memoria tiene como antecedentes y se fundamenta en los mutuos beneficios que se derivan de las actividades que vienen desplegándose en estrecha conexión con la *Dirección General de Estructuras Agrarias* por parte de miembros de la *Escuela Universitaria Politécnica de Huesca*, y cuyo inicio se remonta a finales de 1994.

Las actividades se han articulado principalmente mediante el Convenio anterior del que el presente es continuación: "*Modelización Avanzada y Evaluación de las redes de Riego en Aragón*", en el que participaba la *Universidad de Zaragoza* y el *Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón*. El Convenio fue suscrito originalmente el de 2 mayo de 1995, siendo Consejero de Agricultura D. Simón Casas Mateo y tuvo continuidad el 11 de junio de 1997, bajo el mandato de D. José Manuel Lasa Dolhagaray.

Las tareas comprometidas hasta la fecha se concluyeron en 1999 habiéndose alcanzado satisfactoriamente las metas comprometidas y disponiendo de una presentación interactiva en CD-ROM que resume los objetivos y resultados.

Este CD-ROM multimedia interactivo fue expuesto durante la pasada *FIMA* y en el *XXVII Congreso Internacional de la ICID (International Commission on Irrigation and Drainage)* que tuvo lugar en Granada a mediados de septiembre de 1999, despertando siempre un marcado interés, estando a disposición dicho material para ser aportado en cuantos foros similares se estime oportuno.

Los objetivos cubiertos hasta el momento en función de lo reflejado en dicho Convenio se sintetizan en los siguientes epígrafes:

- Generación de herramientas informáticas de ingeniería hidráulica avanzada que permiten realizar el proyecto y gestión flexible de redes de distribución a presión para regadíos.
- Interconexión de dichas herramientas con software profesional de interés para el diseño y proyecto de redes: *AUTOCAD*, *DIOPRAM*, incorporando la comunicación con bases de datos y aplicaciones ofimáticas (*ACCESS*, *EXCEL*) de diversa índole.



- Validación del software y determinación sus capacidades predictivas mediante ensayos de campo en redes en explotación cuyas medidas se compararon satisfactoriamente con las simulaciones.
- Aplicación de los resultados al diseño y modificación de los sectores en construcción o pendientes de reformas: *Sector XIII y XIV de Bardenas II, Sector XXXII, XXXV y XXVII del Cinca, Sectores I y II del IV tramo del Canal de Monegros, Sector III, IV y XIV de Monegros II, y primera fase del Canal Calanda-Alcañiz.*
- Recopiliación en formato *AUTOCAD* de las planimetrías digitalizadas y modelización hidráulica del conjunto de las 41.000 ha de redes a presión operativas, en ejecución o en proyecto, en que la *Dirección General de Estructuras Agrarias* interviene: *Sectores XIII y XIV de Bardenas II, Sectores XXVII, XXVII, XXIX, XXX, XXXI-1º, XXXII-2º, XXXII, XXXIII, XXXV, XXXVI, XXXVII-bis del Cinca, , Sectores I y II del IV tramo del Canal de Monegros, Sectores I, II, III, IV, XIV de Monegros II y primera fase del Canal Calanda-Alcañiz.*

La utilidad práctica y la repercusión del trabajo desarrollado hasta la fecha creemos que se encuentra sobradamente justificada, habiendo obtenido por añadidura un notable reconocimiento científico-técnico.

Buena prueba de ello lo constituye la favorable acogida que ha tenido entre los técnicos de los Servicios Provinciales de la Dirección General de Estructuras Agrarias, Departamentos de Agricultura de otras Comunidades Autónomas, fabricantes de equipos e ingenierías del sector.

Actualmente los resultados de dominio público se difunden a través de la página de internet [http:// cederul.unizar.es/gestar](http://cederul.unizar.es/gestar), congresos, jornadas técnicas, ferias y cursos en el CENTER (*Centro Nacional de Tecnología del Regadío*).

No obstante, el conjunto de las tareas que se han abordado constituye sólo una parte de los objetivos generales y específicos que fueron previstos en la redacción inicial del Convenio de 1995, que posteriormente fueron acotados y secuenciados en el texto reformado de 1997, de acuerdo a las necesidades más inmediatas, con el fin de acompañar el proyecto a las disponibilidades presupuestarias de los ejercicios 96 y 97.

Por otro lado, a lo largo de la ejecución de los trabajos, y en virtud de la experiencia y sugerencias acumuladas, han ido apareciendo de forma natural nuevas necesidades y demandas tecnológicas, especialmente en todo referente



al diseño óptimo, generación de documentación técnica y constructiva, por un lado, y por otro en lo relativo a la gestión y explotación de las redes de riego por parte de las comunidades de regantes.

Dado que en la DUODÉCIMA cláusula del texto del Convenio establece la posibilidad de renovación del mismo, previa ampliación de los objetivos correspondientes, y puesto que en diversas entrevistas mantenidas con técnicos y responsables de los distintos servicios se han manifestado importantes necesidades que encajan perfectamente en marco de las actividades de colaboración mantenidas hasta el momento, concluimos que es de mutuo interés establecer una continuación del Convenio de colaboración con propósitos renovados, objetivos que suponen la consolidación y aprovechamiento de los resultados previos y que en su esencia han sido demandados desde las prioridades y competencias de la Dirección General de Estructuras Agrarias.

En estas nuevas tareas se pasan a explotar y rentabilizar sistemáticamente los logros y capacidades de cálculo e ingeniería alcanzados durante el Convenio precedente, y se introducen nuevas capacidades que completan y potencian las existentes. Los objetivos formulados se resumen y agrupan bajo los siguientes epígrafes, que serán desarrollados en el resto del documento.

- 1) **Soporte científico-técnico integral para el diseño hidráulico de las reformas y actualizaciones necesarias en las redes de distribución de transformaciones a regadío en zonas de Interés General que poseen Proyecto, así como en el Proyecto de Nuevos Sectores.**
- 2) **Ampliación, mejora y desarrollo de nuevo software destinado al diseño y gestión de regadíos.**
- 3) **Añesoramiento en temas especiales de ingeniería hidráulica y sistemas gráficos y topográficos en las redes en que la Dirección General de Estructuras Agrarias intervenga y así lo solicite.**



2.- OBJETIVO 1: SOPORTE CIENTÍFICO-TÉCNICO INTEGRAL PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REFORMAS Y ACTUALIZACIONES NECESARIAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMACIONES A REGADÍO EN ZONAS DE INTERÉS GENERAL.

2.1 INTRODUCCIÓN.

En virtud del desarrollo de la transformación a regadío de nuevas zonas o de la modificación del ámbito de zonas regables proyectadas se precisa disponer a corto plazo de proyectos actualizados para iniciar las transformaciones u obras asociadas. Los Sectores afectados por esta problemática son:

- Monegros II, Sector VIII, 6.300 Ha
- Monegros II, Sector IX, 7.012 Ha
- Cinca, Sector XXXIV, 858 Ha
- Bardenas II, Sectores XV y XVI, 2.155 Ha

Asimismo, existe por parte del Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón el compromiso de elaborar en breve plazo el proyecto del Sector XII de Bardenas II, con una extensión todavía no completamente delimitada, pero que podría abarcar 2.000 Ha.

La presumible premura y acumulación de trabajos paralelos sobre 18.000 Ha no debe impedir la necesaria calidad de los proyectos, especialmente en lo referente a las redes de conducciones, que suponen un porcentaje muy elevado del coste total de las inversiones de la transformación, y en las que descansa la responsabilidad del posterior buen funcionamiento del sistema de riego.

La mas exigente y cuidadosa definición del diseño hidráulico de las redes de conductos, que compatibilice la mayor economía posible con el correcto operación del sistema, es un requisito al que en ningún caso debe renunciarse, puesto que un simple diseño heurístico o superficial puede suponer un sobrecoste del entre 30% y 15% en las instalaciones, lo que se traduce en una exceso de gasto del orden de varios miles de millones de pts. En el extremo opuesto, un diseño demasiado ajustado puede implicar restricciones operativas, una crónica insuficiencia del servicio, o un margen de flexibilidad del riego irregularmente repartido entre ramales.



En algunas ocasiones, la prevalencia de los contenidos administrativos o de obra civil de los proyectos de ejecución, ha limitado la profundidad de la ingeniería hidráulica involucrada, lo que posteriormente ha podido tener consecuencias en el coste, operatividad o reformado el proyecto. A raíz de las consideraciones expuestas resulta conveniente, sin olvidar los demás aspectos, el aquilatar y definir al máximo el proyecto hidráulico.

En este sentido, la colaboración en la ingeniería de estos proyectos del equipo de la Universidad de Zaragoza aporta una ventaja estratégica inmejorable al haber especializado su actividad de I+D en el desarrollo de técnicas avanzadas para el proyecto y gestión de redes, pudiendo ahora explotarse eficazmente en la práctica tales conocimientos y avances, que en parte han sido financiados por el Gobierno de Aragón, poniéndolos al servicio de los proyectos de regadíos pendientes de elaborar.

Las sofisticadas herramientas de dimensionado y análisis del comportamiento de redes de riego que ya integra el cada vez mas renombrado paquete informático *GESTAR*, desarrollado por el equipo de la Universidad de Zaragoza, ampliamente validadas y contrastadas, aportan los mejores procedimientos conocidos hasta el momento para definir nuevos proyectos y verificar y/o retocar los proyectos existentes. Junto a lo avanzado en el plano científico-técnico de las metodologías de diseño y simulación incorporadas, la productividad y rapidez de las mismas conforman una herramienta tremendamente operativa y fiable.

La experiencia adquirida por el grupo durante el periodo 1995-1999, dentro del contexto del anterior Convenio, en la explotación de los recursos de *GESTAR* aplicados a los proyectos señalados en el apartado 1 de esta memoria, así como los frutos de la asesoría a varias ingenierías en proyectos de diversa índole, suministran al equipo de la Universidad de Zaragoza una probada capacidad para abordar problemas complejos de forma responsable y con tiempos de respuesta muy ajustados.

Siendo que la I+D de las técnicas de cálculo y los entornos gráficos a que se hace referencia ha sido llevado a cabo por los miembros del equipo, se dispone de un dominio total y exclusivo de sus recursos de cara a la obtención de resultados prácticos, que va mas allá de la que pueda disponer cualquier otro usuario.

Por la misma razón, cualquier nuevo recurso operativo, mejora o sugerencia que para el mejor proyecto de las redes de riego a presión sea conveniente adoptar, puede ser incluido en el transcurso de las actividades.



La ampliación de capacidades operativas del entorno de *GESTAR*, especialmente bajo el "interface" de *AUTOCAD*, que de manera progresiva han ido formulándose, y otras adicionales que seguramente irán apareciendo en el transcurso de los trabajos, serán contempladas e incorporadas en la medida de lo posible para potenciar la productividad, versatilidad y facilidad de uso de la herramienta. Conforme se vaya disponiendo de estos nuevos recursos serán aplicados a la formulación de los proyectos vigentes.



2.2 CONTENIDO DEL OBJETIVO 1: DISEÑO HIDRÁULICO Y REFORMA DE PROYECTOS DE TRANSFORMACIONES A REGADÍO CON REDES A PRESIÓN.

Se abordará el dimensionado optimizado de las redes de distribución de los sectores de Monegros II, IV Tramo del Canal de Monegros, Cinca y Bardenas II que requieran de nuevos proyectos o de la revisión de los proyectos existentes, efectuándose asimismo un análisis y verificación exhaustiva de su comportamiento hidráulico con todos sus dispositivos de regulación, protección y control.

Para ello se partirá de los proyectos anteriores, en caso de que existan, o se procederá a un diseño nuevo en el caso de nuevos proyectos.

a) REFORMA Y ACTUALIZACIÓN DE PROYECTOS

En el primer caso, los proyectos serán revisados y actualizados con informaciones referentes a parcelaciones, cotas, dotaciones de agua, módulos de los hidrantes, lindes, caminos y cualesquiera otros elementos precisos para la definición de las infraestructuras de riego. Los tipos de cultivo, caudales ficticios continuos y requisitos de presión a garantizar en cada proyecto serán establecidos desde la Dirección General de Estructuras Agrarias. La verificación de cotas y levantamientos complementarios serán efectuados por el propio equipo de la Universidad de Zaragoza mediante sistemas *GPS*. Las modificaciones precisas de las redes de distribución, (trazados, diámetros, materiales), sobre los proyectos existentes serán definidas y analizadas por la Universidad de Zaragoza.

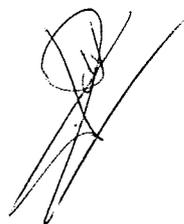
b) DEFINICIÓN DE NUEVOS PROYECTOS

En el caso del Sector XII de Bardenas es necesario proyectar completamente el sistema, por lo que las tareas que se implican en este epígrafe se extienden de forma mas extensa que en los anteriores sectores. Los dimensionados y análisis de carácter hidráulico serán abordados por el equipo de la *EUPH*, incluyendo los grupos de bombeo y sus protecciones frente a transitorios y otras instalaciones complementarias. Los sistemas de drenaje serán asimismo contemplados. Para ello se utilizarán informaciones fidedignas relativas a la planimetría y altimetría del sector así como las correspondientes a la distribución de parcelas suministrada por la Dirección General de Estructuras Agrarias.



Como fruto del diseño hidráulico se suministrarán las trazas, perfiles constructivos, y documentos técnicos precisos (planos, despieces, mediciones,...) para la completa definición de los diseños del Sector XII, el equipo de la Universidad de Zaragoza facilitará la información técnica necesaria para la definición completa de los elementos de la red, relativas a las conducciones y otros dispositivos hidráulicos integrantes del sistema.

La documentación técnica será elaborada en soportes conforme a las directrices y normas emanadas desde las dependencias del Servicio Provincial encargado del proyecto del sector.



El equipo de la Universidad de Zaragoza suministrará el apoyo necesario para la elaboración de otros documentos administrativos que, involucrando los aspectos hidráulicos del proyecto, sean precisos para su completa especificación técnica y constructiva.



3.- **OBJETIVO 2: AMPLIACIÓN, MEJORA Y DESARROLLO DE NUEVO SOFTWARE DESTINADO AL DISEÑO Y GESTIÓN DE REGADÍOS.**

Como fruto de las tareas de I+D consustancialmente asociadas a las actividades Universitarias, las innovaciones que en el transcurso del periodo de vigencia del Convenio se incorporaren a los entornos *GESTAR* y/o *GESTARCAD* se aplicarán, siempre que ya se disponga de ellas y sean operativas de forma fiable, a la obtención de los mejores resultados de los diseños. Algunas de estas mejoras y extensión de capacidades, que permiten agilizar las tareas reflejadas en el Objetivo 1, serían:

- Trazado automático de redes de mínima longitud que unan de forma ramificada los puntos de consumo y respeten las restricciones del terreno que se impongan: áreas a excluir, caminos, fronteras, etc...
- Rutinas integradas de dimensionado óptimo de los trazados seleccionados.
- Despieces y mediciones de tuberías y componentes hidráulicos de la red.
- Trazado automático de perfiles de tuberías:
- Trazado de curvas de nivel y modelo digital del terreno.
- Conexión con sistema *GPS*.
- Conexión con programas de presupuestos (*PRESTO* o similar).

Por otro lado, los notables desarrollos logrados por el equipo de la Universidad de Zaragoza en la programación de utilidades específicas en sistemas informáticos gráficos, en particular, en el entorno *CAD*, *AUTOCAD*, y en entornos *GIS*, *AUTOCAD-MAP*, posibilitan el rentabilizar el conocimiento existente, para desarrollar nuevas aplicaciones específicas, complementarias de las existentes, que resultan necesarias para la mejor gestión y conocimiento del conjunto de las numerosas comunidades de regantes, de diverso tipo que existen en el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón. Desde una base de datos preparada para contener la información básica de dichas organizaciones (delimitación, extensión, tipo de riego, tomas, dirección de contacto, etc) se permitirá la representación gráfica significativa de resultados de búsquedas cruzadas en los diversos campos mediante operaciones de consulta preprogramadas. Una vez desarrollada y adaptada esta aplicación, la sistemática



carga de la base de datos, mediante un exhaustivo trabajo de campo, no contemplado en esta fase del convenio, permitirá un control y cuantificación de numerosos parámetros significativos de la compleja trama de organizaciones de regantes.

Una firma manuscrita, aparentemente ilegible, con trazos rápidos y diagonales.

Una firma manuscrita, aparentemente ilegible, con trazos curvos y entrelazados.



4.- OBJETIVO 3: ASESORÍA EN TEMAS AVANZADOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y SISTEMAS GRÁFICOS/TOPOGRÁFICOS EN LAS REDES EN QUE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ESTRUCTURAS AGRARIAS INTERVENGA Y ASÍ LO SOLICITE.

4.1 INTRODUCCIÓN.

Durante los múltiples contactos mantenidos con la Dirección General de la Estructuras Agrarias a lo largo de la colaboración mantenida con el equipo de la Universidad de Zaragoza desde 1995, se han realizado asesorías de tipo informal en temas de índole hidráulica y cartográfica.

Estas han obedecido a la necesidad de resolver problemas puntuales que se manifestaban en instalaciones de riego, debidos a envejecimiento de las mismas, mantenimiento insuficiente o diseño deficiente, que implicaban conocimientos técnicos muy especializados, complejos o novedosos, habitualmente fuera del alcance de la ingeniería de corte generalista.

Dentro de esta filosofía se considera también conveniente cooperar con las comunidades de regantes en el proceso de divulgación y explotación de *GESTAR* en la gestión de redes, en función de la demanda y solicitudes de las propias comunidades, estableciéndose una o dos sectores como casos piloto, que deberán, como condición necesaria, aportar la colaboración de su personal y equipos técnicos en las tareas de campo precisas para la revisión, calibración y ajuste de los modelos informáticos. La Universidad de Zaragoza dirigirá estos procesos y dispondrá de personal dedicado a estos propósitos, siendo además de su completa responsabilidad la instalación de las aplicaciones, entrenamiento de los operadores, seguimiento de los resultados y asesoría continua en el periodo de duración del Convenio.

Con objeto de formalizar y garantizar este tipo de colaboraciones no periódicas en el plazo y forma que sea especificadas en cada momento por el coordinador del Convenio, el equipo de I+D de la Universidad de Zaragoza se constituirá en entidad consultora para temas avanzados de ingeniería hidráulica y sistemas gráficos y topográficos de las instalaciones de riego en que intervenga la Dirección General de Estructuras Agraria, poniendo al servicio de sus técnicos todos los conocimientos, personal y medios materiales de que dispone el equipo investigador.



4.2 IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y ASESORÍA DE LA GESTIÓN DE COMUNIDADES DE REGANTES CON RIEGOS A PRESIÓN MEDIANTE EL PAQUETE DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA *GESTAR*.

Las posibilidades que encierran las nuevas tecnologías en la gestión diaria o planificación estacional de redes de riego a presión son muy importantes ya que permiten predecir con precisión y agilidad el comportamiento del sistema ante circunstancias cualesquiera, tanto rutinarias como excepcionales.

Adicionalmente, la gestión de los excesos de consumo, en épocas puntuales en que la red no sea capaz de proporcionar un funcionamiento a la demanda puro, puede efectuarse cómoda mediante *GESTAR*, que suministra herramientas para encontrar protocolos óptimos de riego: a la demanda con autorización previa, turnos, restricciones sectoriales,...

Finalmente, las reformas, ampliaciones o cualquier tipo de cambio en el servicio del sistema que desee implementar la comunidad de regantes pueden ser evaluadas fácilmente conociendo su efecto anticipado de inmediato gracias a *GESTAR*.

El positivo y múltiple potencial que *GESTAR* ofrece en la gestión de redes de riego ya se ha comprobado algunas comunidades de regantes, donde se ha empleado de forma regular para un extenso y variado conjunto de propósitos: programación de riegos en demandas puntas, planificación de riegos, detección de disfunciones, estudio de mejoras...

La extensión de esta innovadora herramienta de ayuda a la gestión entre las comunidades de regantes encierra un indudable interés, que debe acompañarse a las necesidades y motivaciones de las mismas. Para ello, deberán aportar la colaboración e implicación precisa, especialmente en los trabajos de medida de parámetros constructivos y de operación de la red, datos que son necesarios para proceder a la calibración del modelo de simulación como requisito previo a su explotación sistemática en la gestión diaria. En redes no instrumentadas ni automatizadas estos datos deben ser conocidos mediante ensayos de campo, cuya realización es más costosa, y exige una elevada coordinación con los regantes afectados.

Con motivo de la implementación de *GESTAR* como herramienta de gestión rutinaria es posible además realizar una puesta al día de la documentación referente al sector de riego, ya que entre las tareas de calibración



y ajuste se procede a la comprobación "in situ" de los datos constructivos, a la actualización y corrección de la información referente a conducciones, hidrantes, parcelas, grupos de bombeo. Se efectúa al mismo tiempo una completa auditoría sobre el estado de conservación del sistema (calibración de instrumentos, calidad de la ejecución, control del envejecimiento de las tuberías, aparición de fugas aún no detectadas, detección de la degradación de los grupos de bombeo,...).

La implementación de *GESTAR* como herramienta de gestión requiere acometer las siguientes tareas.

- Calibración y ajuste del modelo mediante toma de medidas de presión y caudal, comparación con las predicciones, depuración de datos y ajuste de parámetros con alto grado de incertidumbre, hasta lograr un correcto ajuste entre predicciones y medidas en todo el rango de estados.
- Aplicación de procedimientos de ajuste recientemente ensayados para calibración sistemática de los modelos que serán explotados y experimentados extensivamente.
- Instalación del modelo calibrado en los equipos informáticos del gestor de la comunidad y entrenamiento y formación de operadores en el manejo básico y avanzado de *GESTAR* y sus recursos.
- Supervisión continua y revisión de los protocolos y procedimientos de explotación de *GESTAR* por los operadores. Extracción de conclusiones y normas operacionales extrapolables otros regadíos.
- Seguimiento plurianual del funcionamiento del sistema y comprobación de la correcta indicación de sus instrumentos mediante medidas de contraste y comparación con predicciones.
- Planificación de operaciones hidráulicas frecuentes y excepcionales.
- Previsión de efectos de roturas y fugas de diversa magnitud y ubicación. Determinación de la modificación de presiones que provocan y catalogación de las mismas para su identificación inmediata.
- Verificación de niveles los niveles establecidos de alarmas y consignas de los elementos de control, optimización de los valores de consigna.
- Determinación de las demandas máximas admisibles y de los niveles de simultaneidad por ramales.



- Configuración de procedimientos de intervención ante alarmas o disfunciones.
- Ensayos controlados para comprobar la capacidad de *GESTAR* para diagnosticar las causas de disfunciones, provocando artificialmente fallos en la red.
- Verificación de las precisiones de las predicciones en situaciones extremas de sobredemanda.
- Comprobación de las metodologías de simulación integral de hidrantes y de comportamiento sintético de la parcela.

4.3 ASESORÍA EN OTROS TEMAS ESPECIALIZADOS RELACIONADOS CON LA INGENIERÍA DEL RIEGO.

Se mantendrá una labor de asesoría permanente en aspectos hidráulicos y cartográficos que por su alta especialización aconsejen la intervención de la Universidad de Zaragoza. Para ello se pondrán a disposición de la Dirección General de Estructuras Agrarias los recursos humanos y físicos con que se cuente. Estos últimos incluyen tanto elementos de software y hardware para el cálculo de flujos en lámina libre y presión, transitorios en tuberías y canales, representación gráfica *CAD*, topografía y cartografía, así como instrumentación de medida de presión, velocidad y caudal, y equipos *GPS* de precisión que serán explotados por el personal especializado de la Universidad de Zaragoza sin coste adicional para la Dirección General de Estructuras Agrarias. En caso de que las asesorías que se demanden requieran inexorablemente la adquisición de nuevo software o instrumentación cuyo importe supere las cantidades anuales previstas para equipamiento, el coste de los mismos que no pueda asumirse por parte del equipo investigador, será provisto por la Dirección General de Estructuras Agrarias, si es de su interés, explotándolos la Universidad el tiempo a necesario para atender la consulta. Estos trabajos sólo podrán acordarse una vez comprobada la compatibilidad de los mismos con la carga de tareas existentes relacionadas con los objetivos anteriores.

cat 7356
Qucc

DE: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA DE AGRICULTURA. SERVICIO DE GESTIÓN ECONÓMICA Y DE PERSONAL	Fecha: 30/06/2000
A: REGISTRO GENERAL DE CONVENIOS	Referencia: EF/l A/1.2.9.
ASUNTO: Solicitando nº registro.	Número 2743

Adjunto remito 2 originales y copia del **Convenio con la Universidad de Zaragoza: Ingeniería, Análisis y Gestión de Redes de Riego para transformación modernización de regadíos**, adjuntándose copia de la certificación del acuerdo tomado por la D.G.A el día **13/06/2000**, al objeto de que se proceda a su inscripción en el Registro General de Convenios.

**LA JEFE DE SERVICIO DE GESTIÓN ECONÓMICA
Y DE PERSONAL**



Fdo.: Ester Floristán Donlo

Recibí

JOSE ANGEL BIEL RIVERA, SECRETARIO DEL GOBIERNO DE ARAGON

C E R T I F I C O: Que la Diputación General en su reunión celebrada el día 13 de junio de 2000, se adoptó, entre otros, un acuerdo, que copiado literalmente dice lo siguiente:

"Se acuerda: Primero.- Aprobar el Convenio entre el Departamento de Agricultura y la Universidad de Zaragoza: "Ingeniería, Análisis y Gestión de Redes de Riego para Transformación y Modernización de Regadíos". Expediente nº Z008/00. Segundo.- Autorizar al Consejero de Agricultura para la suscripción del mismo. Tercero.- Proceder de conformidad con el Decreto 151/1988, de 4 de octubre, a su inscripción en el Registro General de Convenios. Cuarto.- Aprobar la distribución temporal del gasto correspondiente al citado Convenio, con arreglo a las siguientes anualidades: Año 2000, 10.000.000 ptas. aplic. presupuestaria 1405.5311.627. Año 2001, 15.000.000 ptas. aplic. presupuestaria 1405.5311.627. Año 2002, 5.000.000 ptas. aplic. presupuestaria 1405.5311.627".

Y para que así conste y su remisión a EXCMO. SR. CONSEJERO DE AGRICULTURA, expido la presente certificación, en Zaragoza y en la sede de la Diputación General de Aragón, a catorce de junio de dos mil.

EL SECRETARIO DEL GOBIERNO,

