ECONOMÍA Y NATURALEZA

El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica

Ramón Garrabou y José Manuel Naredo (eds.)

FUNDACIÓN ARGENTARIA

VISOR (dis., s.a.)

El presente volumen recoge los textos de dos encuentros entre técnicos e historiadores agrarios, organizados por la Fundación Argentaria y la Universidad Autónoma de Barcelona, sobre «El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica». Estos encuentros se celebraron los días 3 y 4 de octubre de 1996, en el Centro de Educación Ambiental en Valsaín (Segovia), y los días 8 y 9 de junio de 1998, en Segovia, en el marco de los seminarios promovidos por la Fundación Universidad de Verano de Castilla y León.

Este libro, que viene a complementar uno anterior también editado en esta colección, con el título *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica,* pretende establecer el funcionamiento físico de los sistemas agrarios en el contexto del territorio en el que se insertan, en vista de que diferentes datos acerca del rendimiento de los suelos, exigencias hídricas, dosis de abonado, etc., no pueden ser interpretados correctamente si no se tienen presentes las diferencias edafoclimáticas de los territorios en los que se insertan los sistemas agrarios.

El libro está estructurado en tres partes. En una primera, donde se plantea la problemática general, se analiza el instrumental analítico que permite precisar las exigencias hídricas de los distintos cultivos y aprovechamientos en relación con las disponibilidades que brindan las diferentes zonas climáticas, así como la incidencia de las prácticas agrarias sobre el régimen de humedad de los suelos. La segunda parte, centrada en los aspectos institucionales, analiza la política de riegos y drenajes desarrollada en distintas zonas climáticas, así como las instituciones de gestión del agua y las formas de facturación y distribución de costes de abastecimiento y drenaje en relación con los precios y mercados. Finalmente, en un tercer apartado, se estudian todos los aspectos técnicos y económicos de la gestión del agua en los sistemas agrarios, aplicándolos a casos concretos que cubren un amplio horizonte espacio-temporal.

ISBN 84-7774-982-5

9 788477 749820

Ramón Garrabou Segura
José Manuel Naredo Pérez (eds.)

El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica

COLECCIÓN
ECONOMÍA Y NATURALEZA
Serie «Textos Aplicados»

El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica

Garrabou Segura, Ramón
Naredo Pérez, José Manuel (eds.)

Ávila Cano, José Carlos
Batista Medina, José Antonio
Boixadera Llobet, Jaume
Calatayud Giner, Salvador
Cazzola, Franco
Fernández Prieto, Lourenzo
Gascó Guerrero, Antonio María
Gascó Montes, José María
González de Molina Navarro, Manuel
Ibarra Benlloch, Paloma
Khelladi, Maya
Labrador Moreno, Juana
Lana Berasain, José Miguel
López-Gálvez, José
Losada Villasante, Alberto
Martínez Carrión, José Miguel
Mateu Tortosa, Enric
Moral Iriarte, Leandro del
Olarieta Alberdi, José Ramón
Ortega Cantero, Nicolás
Parra Supervia, Fernando
Pinilla Navarro, Vicente
Saguer i Hom, Enric
Sánchez Regueiro, Alfonso
Santos Redondo, Manuel
Tello Aragay, Enric
Vicedo Rius, Enric

FUNDACION ARGENTARIA

VISOR (dis., s.a.)

Colección «Economía y Naturaleza». Volumen XII
Serie «Textos Aplicados»

Las ideas contenidas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de los autores.
La Fundación Argentaria no se identifica necesariamente con las mismas.

Diseño portada: Aitor Méndez y Raquel de la Fuente

© Fundación Argentaria - Visor Dis., 1999
Tomás Bretón, 55 - 28045 Madrid
www.visordis.es

ISBN: 84-7774-982-5
Depósito Legal: M-43.884-1999

Visor Fotocomposición
Impreso en España - *Printed in Spain*
Gráficas Rógar. Navalcarnero (Madrid)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN. *Ramón Garrabou Segura y José Manuel Naredo Pérez* 11

Primera parte

PROBLEMÁTICA GENERAL

CAPÍTULO 1. EL CAMBIO TÉCNICO EN LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN E IMPULSIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA RIEGO EN LA ESPAÑA MEDITERRÁNEA. *Salvador Calatayud Giner y José Miguel Martínez Carrión* 15

CAPÍTULO 2. *BONIFICA* Y TÉCNICAS DE CONTROL DE LAS AGUAS EN LA HISTORIA AGRARIA ITALIANA (SIGLOS XV-XX). UNA CRONOLOGÍA ESENCIAL. *Franco Cazzola* 41

CAPÍTULO 3. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS SOBRE EL PAPEL DEL AGUA EN LOS SISTEMAS AGRARIOS. *José Manuel Naredo Pérez* 63

CAPÍTULO 4. ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA COMPOSICIÓN DEL AGUA DESDE QUE CAE AL SUELO COMO LLUVIA. *Fernando Parra Supervia* 77

CAPÍTULO 5. ADAPTACIÓN DE LOS CULTIVOS Y LAS LABORES AL RÉGIMEN DE HUMEDAD DE LOS SUELOS EN LA AGRICULTURA TRADICIONAL. *José María Gascó Montes y Antonio María Gascó Guerrero* 85

CAPÍTULO 6. ASPECTOS AGROECOLÓGICOS DE LA RELACIÓN ENTRE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL AGUA EN EL SUELO. *Juana Labrador Moreno* 95

Segunda parte

MARCO INSTITUCIONAL

CAPÍTULO 7. LAS INSTITUCIONES DE GESTIÓN DEL AGUA EN LAS ZONAS SEMIÁRIDAS. *Maya Khelladi* 121

CAPÍTULO 8. PRECIOS, MERCADOS Y DERECHOS DE PROPIEDAD DEL AGUA EN LA AGRICULTURA ESPAÑOLA. *Manuel Santos Redondo* 147

CAPÍTULO 9. LA POLÍTICA HIDRÁULICA ESPAÑOLA HASTA 1936. *Nicolás Ortega Cantero* 159

CAPÍTULO 10. LA POLÍTICA HIDRÁULICA EN ESPAÑA DE 1936 A 1996. *Leandro del Moral Iriarte* 181

Tercera parte

ESTUDIOS DE CASOS

CAPÍTULO 11. EL AGUA COMO RECURSO LIMITANTE EN LOS SISTEMAS AGRARIOS DE CATALUÑA (SIGLOS XIX Y XX). *Ramón Garrabou Segura, Enric Tello Aragay, Enric Saguer i Hom y Jaume Boixadera Llobet* 199

CAPÍTULO 12. SISTEMA HIDRÁULICO, ORGANIZACIÓN DE LOS RIEGOS Y USOS DEL AGUA EN LA HUERTA DE LLEIDA (1830-1950). *Enric Vicedo Rius, Jaume Boixadera Llobet y José Ramón Olarieta Alberdi* 225

CAPÍTULO 13. EL USO DEL AGUA EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN EL PAÍS VALENCIANO (SIGLO XIX). *Salvador Calatayud Giner y Enric Mateu Tortosa* 255

CAPÍTULO 14. EL AGUA COMO FACTOR LIMITANTE DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN ANDALUCÍA ORIENTAL. LA VEGA DE GRANADA, SIGLOS XIX Y XX. *José Carlos Ávila Cano y Manuel González de Molina Navarro* 275

CAPÍTULO 15. LA AGRICULTURA DE REGADÍO EN UNA COMUNIDAD DEL NE DE LA PALMA (ISLAS CANARIAS): LOS SAUCES. *José Antonio Batista Medina* 317

CAPÍTULO 16. EL USO DE LAS AGUAS EN EL SISTEMA AGRARIO GALLEGO (SIGLOS XIX Y XX). *Alfonso Sánchez Regueiro y Lourenzo Fernández Prieto* 339

CAPÍTULO 17. DESEQUILIBRIOS HÍDRICOS Y TRANSFORMACIONES DEL REGADÍO EN LA NAVARRA SECA, 1841-1936. *José Miguel Lana Berasain* 365

CAPÍTULO 18. REGADÍO Y TRANSFORMACIONES AGRARIAS EN ARAGÓN (1880-1990). *Paloma Ibarra Benlloch y Vicente Pinilla Navarro* 391

CAPÍTULO 19. EVOLUCIÓN DE TÉCNICAS DE RIEGO EN EL SUDESTE DE ESPAÑA. *José López-Gálvez y Alberto Losada Villasante* 427

CAPÍTULO 2

BONIFICA[1] Y TÉCNICAS DE CONTROL DE LAS AGUAS EN LA HISTORIA AGRARIA ITALIANA (SIGLOS XV-XX). UNA CRONOLOGÍA ESENCIAL*

Franco Cazzola
Universidad de Bolonia

1. Agua y agricultura en Italia

En la historia agraria europea, las tierras deprimidas, periódicamente inundadas por aguas provenientes de las lluvias o de los desbordamientos de los ríos, han sido objeto a menudo de tentativas de desecación y saneamiento por parte de los agricultores. Antes de la llegada de los abonos artificiales, las tierras bajas y el fondo de las tierras pantanosas presentaban niveles de fertilidad y de productividad claramente superiores a los de las tierras de las colinas y los altiplanos dedicados al cultivo desde mucho tiempo atrás. Si se conseguía, por un lado, evitar el exceso de agua del estrato superficial del suelo mediante obras de drenaje y canalización, y, por otro, defender con diques las tierras más bajas de las aguas del mar o de aguas provenientes de terrenos más elevados, las tierras pantanosas podían ofrecer cosechas abundantes de trigo, legumbres, lino y cáñamo, además de abundante forraje para la ganadería bovina. En el valle del Po, las tierras pantanosas o ricas en turba fueron utilizadas, desde finales del siglo XVI, también para la producción de maíz, que conoció después en toda la Italia septentrional una extraordinaria difusión como sustituto del trigo en la alimentación humana (Levi, 1991: 155-162; Cazzola, 1991).

El desarrollo de los sistemas de drenaje y canalización para recuperar nueva tierra cultivable de las zonas húmedas costeras y de los grandes depósitos de turba, situados en las proximidades de las desembocaduras de los

[1] Sistema de saneamiento agrario e hidráulico ligado a la colonización de los terrenos inundados.

* Traducción realizada por María Naredo Molero

grandes ríos, ha sido un presupuesto fundamental de la actividad agrícola, sobre todo en las tierras de la costa del Mar del Norte (Países Bajos, Frisia y, en general, toda la franja de *Marschen* que se extiende desde la península de Jutlandia hasta las desembocaduras del Reno y del Mosa). También en las tierras pantanosas inglesas se realizaron, durante la Edad Moderna, obras de drenaje para obtener tierras de cereal (Merchant, 1983; Darby, 1983).

Entre los factores que llevaron a estos territorios poco hospitalarios a los distintos flujos de colonización agrícola en los siglos XI-XII y XVI-XVII y a las consistentes inversiones de capital destinadas a la construcción de diques y obras de canalización, se pueden recordar, además de la fertilidad de los suelos, la cercanía de los centros urbanos y la facilidad de acceso a las más importantes vías de comercio internacional marítimo y fluvial (Ciriacono, 1994: 246-252).

El objeto específico de este capítulo es facilitar, incluso con fines comparativos, un cuadro esquemático de la evolución de aquella particular forma de relación que los hombres han venido estableciendo con el agua en la península italiana, considerando que Italia, aunque está colocada geográficamente en la franja climática mediterránea, debido a su irregular orografía goza de abundantes precipitaciones y por lo tanto su disponibilidad de recursos hídricos (actuales o potenciales) es relativamente elevada.

En particular, el valle atravesado por el río Po es sede de una doble y opuesta relación con los recursos hídricos. La parte occidental, cuyos suelos están constituidos por gravas y depósitos de aluviones ordinarios, y que por tanto es la más necesitada de riego, en los meses estivales puede, sin embargo, contar con abundantes afloramientos de agua y aguas superficiales, además de con importantes reservas hídricas acumuladas en los grandes lagos glaciales, donde afluyen las aguas de la cadena alpina. Los agricultores de la parte occidental del valle del Po han sabido crear desde el Medioevo una admirable y compleja red de distribución del agua para usos agrícolas y de navegación.

La parte centro-oriental del valle del Po –la llanura del Véneto y la llanura *romañola*– se ha encontrado, sin embargo, en la situación opuesta. Se ha visto constreñida a combatir el exceso de agua en el suelo con sistemas de desagüe y drenaje y a defender los campos de los desbordamientos destructivos de los ríos con diques y muros de contención de ríos, torrentes y otros cursos de agua.

La Toscana es otra parte de la Península, densamente urbanizada y cultivada, pero necesitada de continuas intervenciones para contener el corrimiento hidrogeológico y para obtener nuevos terrenos de cultivo en las pocas llanuras colmatadas con los sedimentos aportados por las aguas y saneados artificialmente.

Las pocas llanuras del Sur y de las Islas, afectadas por un secular desorden hidráulico o por efectivas carencias hídricas, han entrado en último

lugar en la larga historia de la *bonifica* italiana. En estas tierras, que han permanecido durante siglos vinculadas a regímenes agrarios dominados por el latifundismo y el binomio cereales-pastos, se han realizado las más recientes intervenciones directas del Estado para el desarrollo del regadío y la colonización agrícola. En el centro, en el sur y en las islas, más allá del desorden hidráulico y los desastres hidrogeológicos, se encuentran los déficits hídricos estivales más relevantes, con aportaciones de los cursos de agua inferiores a los 5 litros/segundo por kilómetro cuadrado (Grinovero, 1954: 6).

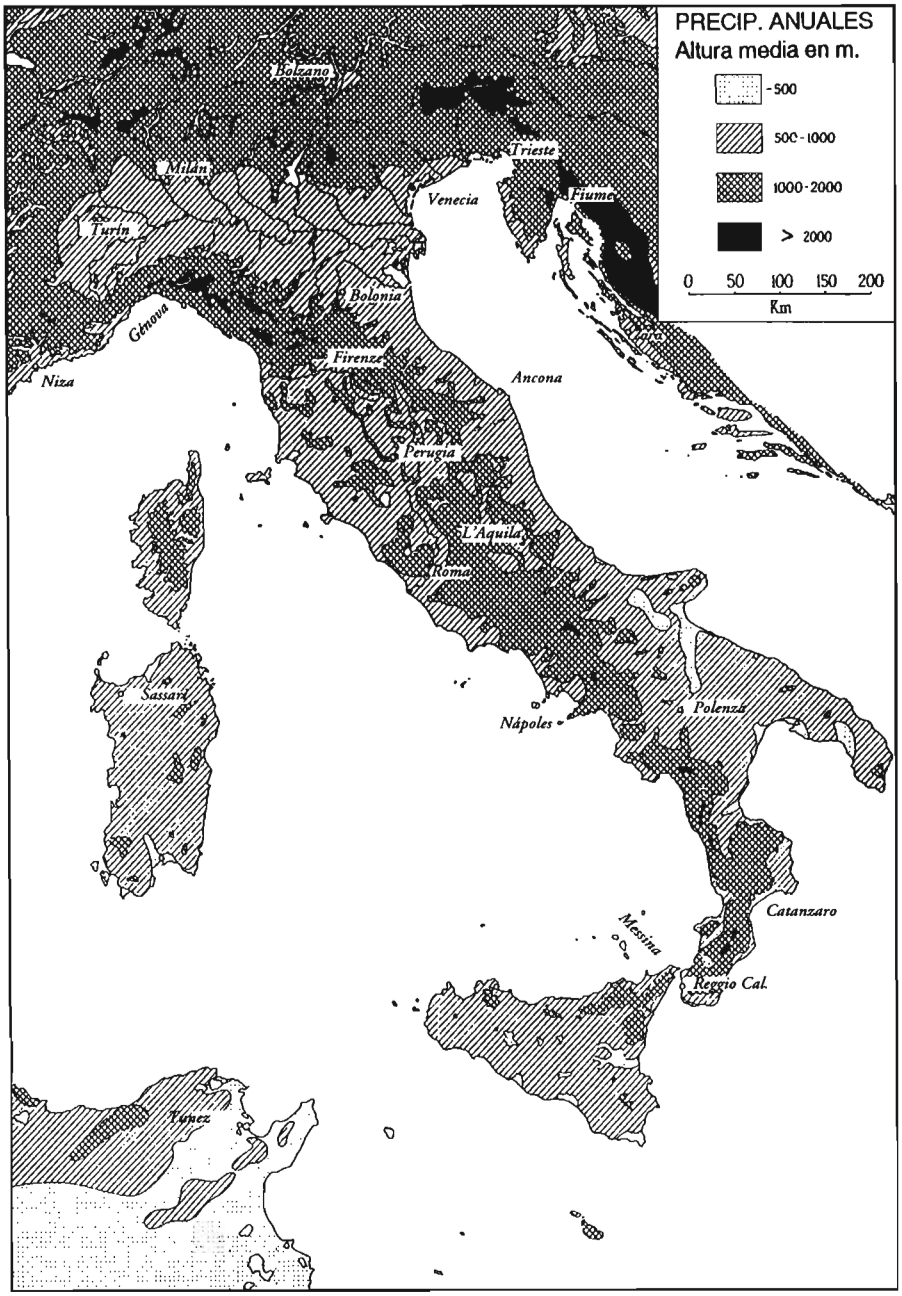
En el epígrafe siguiente se indican algunas características ambientales que dan idea de la complejidad del problema del agua en Italia. Otro epígrafe tratará, de forma sistemática, de las técnicas tradicionales de drenaje, elaboradas en algunas regiones de la Península a escala macro y microhidráulica. En la última parte de este trabajo se aportará una cronología sumaria del desarrollo de la *bonifica* y del regadío en la península italiana del Medioevo en adelante, reseñando las obras y los momentos más significativos de la difícil relación con el agua, que ha marcado profundamente la historia agraria, social y económica de algunas de las más importantes regiones italianas. Por razones de espacio, la amplísima bibliografía italiana en materia de agua y de *bonifica* se limitará a las obras más recientes y generales, aparte de citar las obras dedicadas a los temas que se abordan en el texto.

2. El agua: un recurso abundante y hostil

Como se ha indicado más arriba, en la península italiana, donde las llanuras representan sólo una quinta parte de la superficie del territorio, los problemas de gestión, control y utilización de las aguas son diferentes con respecto al resto de los países mediterráneos. Desde el punto de vista de las lluvias, Italia se sitúa entre el clima *subárido superior* (pluviosidad comprendida entre 450-600 mm) y *subhúmedo* (500-900 mm). Pero las zonas de la falda de las montañas de los Alpes y la cordillera de los Apeninos se mantienen, en general, en la franja climática húmeda (800-1.200 mm) e incluso por encima de estos límites (1.200-1.500 mm), lo que favorece enormemente los procesos erosivos (Dainielli, 1954: 24; Haussmann, 1972: 64-65). Sólo una pequeña parte de la Península y de las islas sufre, por tanto, de lluvias insuficientes o mal distribuidas (mapa 2.1). El problema del agua en la zona de colinas y montañas del país, convertida a la agricultura desde la Antigüedad, consiste sobre todo en controlar la fuerza erosiva y la violencia con que el agua desciende hacia los valles y el mar, que frecuentemente son fuente de desastrosos aluviones.

Mapa 2.1

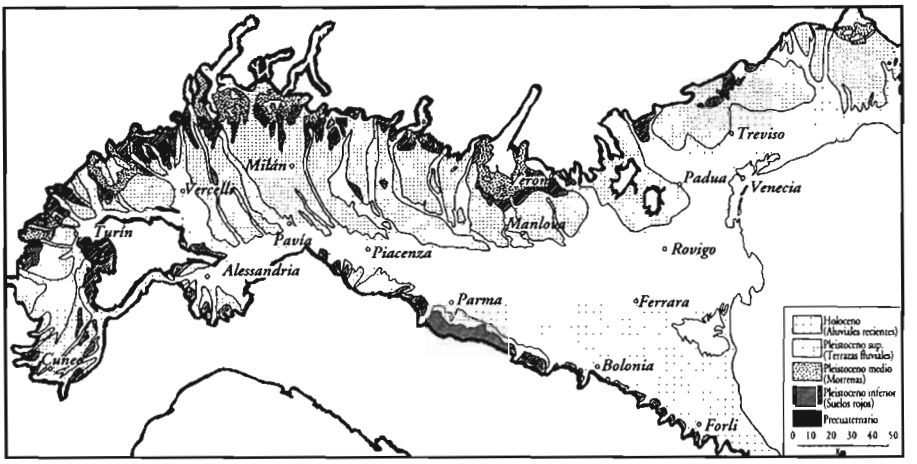
DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LAS LLUVIAS EN ITALIA



La gran llanura atravesada por el río Po, precisamente por su peculiar formación orográfica, concentra más de un tercio del valor añadido de la agricultura nacional y se caracteriza por una excepcional disponibilidad de aguas de superficie y subterráneas, parte de las cuales se acumulan en los grandes lagos que coronan el arco de los Alpes, y en los glaciares que los alimentan. Estas aguas clarificadas en los grandes lagos bajan hacia el Po a través de ríos de caudal regular y abundante en los meses de verano, tras el deshielo de las nieves alpinas (Ticino, Adda, Oglio, Moncio) (mapa 2.2). Gracias a estas aguas, la agricultura de la parte occidental del valle del Po ha podido orientarse precozmente hacia el desarrollo de la ganadería y de la producción láctea, superando la escasez de precipitaciones del período estival y, sobre todo, la crisis hídrica de los cultivos provocada por la naturaleza gravosa, arenosa y poco compacta de muchas tierras del altiplano lombardo y piamontés (Haussmann, 1972: 70-71).

Mapa 2.2

TERRENOS CUATERNARIOS EN LA LLANURA DEL PO



De la cadena de los Apeninos, que cierra al sur el valle del Po, descienden numerosos afluentes, caracterizados por tener un caudal irregular y unas aguas muy ricas en transportes aluviales. Los materiales de erosión más finos (arcillas y limos) se acumulan en la baja llanura sobre la margen derecha del mayor río italiano y crean graves problemas de deflujo de las aguas en los estratos impermeables de las depresiones, donde se estanca el agua de manera creciente hasta la desembocadura. Los cauces del río Po y los de sus afluentes, en el tramo que va desde Piacenza hasta el mar Adriático, se caracterizan por tener pendientes mínimas, del orden de 10-15 cm

por kilómetro. Esto tiene su origen en el carácter colgante de los lechos fluviales y crea la necesidad de contener el agua de las crecidas de los ríos con obras de defensa, como muros de contención, que deben elevarse a 8-10 metros, o más, sobre el nivel de los campos.

Numerosos y complejos problemas de estancamiento hídrico y de control de las crecidas otoñales y primaverales han estado presentes también en las pocas llanuras de la costa y del interior que recogen las aguas de los ríos de la parte central y meridional de los Apeninos. (Val di Chiara, pianura Pisana, Maremma Senese, Argo Romano, Paludi Pontine, Tavoliere di Puglia, etc.). (Barsanti, 1982; Barsanti y Rombai, 1986; Ciasca, 1928). Es preciso recordar que, tanto el poblamiento humano como la agricultura de la Italia centro-meridional y de las islas, se dirigieron forzosamente hacia las zonas de colinas y montañas, pues las escasas llanuras sufrieron importantes epidemias de paludismo en la forma más grave: la malaria provocada por el *plasmodium falciparum*. Ésta provocaba fiebres estacionales en verano y otoño, a menudo seguidas de la muerte de quienes las sufrían. Sólo la derrota de la malaria, tras la segunda guerra mundial, hizo posible una verdadera acción de *bonifica* y de colonización agraria de las marismas y de las llanuras costeras centro-meridionales (Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984: 73-75).

Desde la época medieval hasta la moderna, el agua ha planteado en Italia la problemática del control de su agresividad y de su transformación en un recurso útil para la agricultura de regadío. Primero, la aparición de la máquina de vapor, llamada «hidróvora»[2], supuso un avance importante en el drenaje y, más recientemente, gracias a la gran difusión de los motores, el saneamiento y el riego se realizan a menudo conjuntamente. Muchas de las obras de canalización creadas para el desagüe de los terrenos, gracias a la extracción mecánica del agua, aseguran hoy tanto la desecación del suelo en momentos de exceso de disponibilidad hídrica, como la distribución del agua de riego en los meses de relativa carencia. Sólo algunas regiones del sur (Sicilia, Basilicata, Puglia) conocen problemas de escasez de precipitaciones y de búsqueda y distribución del agua para regadío análogos a los de otros países del Mediterráneo.

Para dar una idea aproximada de las dimensiones del problema de la *bonifica* en la Italia contemporánea, considérese que, en el momento de la unificación política del Reino de Italia (1861), más de un millón de hectáreas las constituían tierras pantanosas, charcas, valles y arrozales estables y, por tanto, necesitados de una acción de saneamiento hidráulico (Serpieri, 1947: 68-69; Dainelli, 1954; Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984: 48).

---

[2] Máquina «devoradora» de agua.

3. La *bonifica* en Italia: evolución de las técnicas

3.1. Macrohidráulica

Hasta la aparición de las bombas de vapor, la relativa abundancia del agua que caracteriza a gran parte de la península italiana se controlaba, con fines agrícolas, utilizando para ello el principal agente de movimiento de las masas hídricas: la fuerza de la gravedad. Las dos formas principales de saneamiento hidráulico y agrario de las tierras pantanosas fueron, como ya se ha dicho, por un lado, la recogida de las aguas en canales de drenaje y, por otro, la elevación y protección de los terrenos mediante muros de contención y diques. Dejando a un lado los saneamientos realizados mediante extracción mecánica, podemos agrupar los métodos de *bonifica* en tres grandes categorías. Se excluye de esta clasificación el saneamiento de aguas de montaña, cuyos problemas sobrepasan los límites de este trabajo.

3.1.1. *Bonifica* por desagüe natural mediante canalización

El principio base de toda *bonifica*, del cual los técnicos eran plenamente conscientes desde el siglo XV, es la separación de las «aguas altas» de las «aguas bajas». El agua que vierte desde los terrenos superiores ha de ser recogida por medio de muros de contención o diques para alejarla de las tierras bajas que se pretenden sanear. Las cuencas deprimidas son a menudo protegidas con diques, a través de los cuales se pasan las aguas drenadas. Algunos instrumentos de regulación (esclusas, alcantarillas) se abren o se cierran en relación con el nivel del curso de las aguas o del mar en el que las aguas de saneamiento se vierten, con el fin de impedir que en los canales de drenaje afluyan aguas altas de los ríos o del mar. En el valle del Po, el escaso viento impide la utilización de molinos y técnicas de extracción del agua como los elaborados en los Países Bajos desde el siglo XVI.

3.1.2. *Bonifica* por desagüe artificial con extracción mecánica del agua

Disponer de grandes bombas o ruedas movidas por energía mecánica permite descargar las «aguas bajas» directamente en los ríos o en los colectores de aguas altas superando los desniveles existentes entre las dos masas hídricas. Teniendo en cuenta el principio de la separación de los dos tipos de aguas, las bombas permiten un flujo de las aguas de precipitación atmosférica mucho más rápido que por medio del desagüe natural. La rápida desecación de las tierras, especialmente las turbosas, genera a menudo un fenómeno de rápido y sensible descenso de los suelos (sub-

sidencia), que obliga a una continua adaptación de las bombas instaladas. La sustitución de las norias por bombas centrífugas de tipo *gwyne* y el uso de motores diesel y eléctricos, en sustitución de las máquinas de vapor, aumentó mucho la capacidad de desecación desde el siglo pasado a éste.

3.1.3. *Bonifica* por colmatación

Éste es el método de desecación y de creación de suelo agrario más lento, pero más seguro. Desarrollado en los países nórdicos, con efecto mareal acusado, y aplicado en Italia, se empleó desde la Baja Edad Media en Romaña (Gambi, 1994) y, sobre todo, en Toscana. Con este método, se aprovechaba la gran masa de materiales de erosión transportados por las aguas de crecida de los ríos de los Apeninos, que venían artificialmente encauzados hasta depósitos protegidos con muros de contención (depósitos de colmatación). Estas aguas se dejaban reposar hasta que se desprendieran de las sustancias transportadas. Entonces, las aguas decantadas se descargaban en el exterior del recipiente de colmatación. Así, el nivel del suelo se podía elevar alrededor de diez centímetros en pocos decenios, hasta garantizar al suelo su desagüe natural. En el depósito de colmatación del río Lemone, creado en la provincia de Ravena tras la inundación de 1839, y en otros depósitos de colmatación de la provincia de Bolonia, se practicaba también el cultivo de arroz, aprovechando la gran masa de agua acumulada en estos recintos amurallados (Nardi, 1962).

3.2. Microhidráulica

Agricultores y granjeros de la llanura lombarda han sabido elaborar y perfeccionar con el tiempo el saber y las técnicas de control y distribución de las aguas de riego, hasta crear una compleja red de canales, acequias y pequeños canales de riego que distribuyen a los campos, a los prados y a los arrozales millones de metros cúbicos de agua de riego cada año (Chittolini, 1979; Roveda, 1984). Los agricultores y los colonos aparceros de la llanura emilio-romañola y véneta, en cambio, han desarrollado al máximo todos los sistemas para asegurar una rápida eliminación de las aguas de precipitación atmosférica en sus campos, que la naturaleza arcillosa e impermeable de los suelos llevaría a estancar durante tiempo, dañando con ello las plantas y los cultivos. El sistema agrario dominante, elaborado a partir del siglo XV, prevé de hecho la presencia constante del agricultor en la finca, la obligación de este último de llevar a cabo inversiones para crear o perfeccionar el sistema de desagüe excavando todos los años decenas de

metros de foso; la plantación de filas de árboles a distancia regular a lo largo de las márgenes de los fosos de desagüe, de modo que el arbolado aumente la evaporación del agua del subsuelo; el subsolado capaz de avenar el terreno; la nivelación, capaz de crear la «baulatura»[3] de los terrenos, elevando la parte central de los campos para facilitar que las aguas escurran a ambos lados hacia los fosos; el mantenimiento de los espacios verdes en los extremos de cada campo cultivado, para facilitar la rotación del arado y con funciones de drenaje de las aguas, etc. (Poni, 1964; 1982).

4. Riego y *bonifica* en Italia: una cronología esencial

4.1. El agua y las comunidades ciudadanas: 1000-1450

La consolidación de las comunidades ciudadanas en la Italia del norte y la reivindicación de autonomía política contra el Imperio, se acompañó de la afirmación del carácter público de las aguas y de las primeras obras que sirvieron para el drenaje y el riego colectivo de las tierras. Eran usos naturalmente prioritarios, los usos para la navegación y los usos industriales de las aguas, para lo cual se derivaban éstas a los canales navegables lombardos y emilianos. La actividad de *bonifica* de las tierras pantanosas y de colonización agrícola, a lo largo del curso del Po, tuvo como protagonistas principales a los grandes monasterios benedictinos y cistercienses asentados en el valle del Po (Chiaravalle, Morimondo, S. Colombano, Sta. Giulia di Brescia, S. Zeno di Verona, S. Benedetto in Polirone, Nonantola, Pompossa, etc.) (Fumagalli, 1980; Castagnetti, 1977).

Siglos XI-XII. La estructura fundamental de distribución del agua de riego en la provincia de Milán y en Lombardía se realizó en el siglo XII por obra de los monjes cistercienses de la Abadía de Chiaravalle y del Ayuntamiento de Milán y extraía agua del río Ticino con el Canal Grande (1177-1179), obra que conseguía asegurar la navegación hacia la capital lombarda y a la vez extraer agua para usos agrícolas (Fantoni, 1990: 27-39).

Siglo XIII. Otra obra de riego de primera magnitud, realizada en la época de las comunidades, es el Canal Muzza (iniciado en 1230). Éste liberaba agua del río Adda y desde siempre representó el eje principal de riego del territorio de Lodi. La ciudad de Cremona tomaba agua del río Oglio a través de los canales de navegación Civico y Vecchio Pallavicino. Parma creó el canal ducal de Enza. Otros canales, navegables y de riego, se excavaron desde las ciudades de Bérgamo, Brescia, Módena y otras. Tam-

[3] Esta expresión hace referencia a la forma redondeada de la parte alta de los terrenos, que se asemeja a la tapa de un baúl.

bién se construyeron en los campos de Padua y Vicenza canales para uso agrícola, derivando agua del río Brenta (Bigatti, 1995: 34-45; *Atlantino de la bonifica, s. f.*).

Siglos XIV-XV. A pesar de la crisis demográfica se realizaron diversas obras de regadío en las regiones del Piamonte y la Lombardía, en las provincias de Bérgamo, Novara, Vercelli y Cuneo.

4.2. La «carrera por la tierra»: saneamiento y «rescate» de tierras en la Italia centro-septentrional: 1450-1600

El Renacimiento fue el período de máxima expansión de la conquista de nuevas tierras mediante obras de drenaje y desecación de tierras pantanosas. Se completó también la estructura principal de distribución del agua de riego en la parte occidental del valle del Po. En concomitancia con el declive de las actividades comerciales y mercantiles, se destinan a la tierra y a la agricultura conspicuas inversiones. Las dificultades financieras de muchas órdenes religiosas y hospitalarias favorecieron el avance, sobre todo en la zona occidental del valle del Po, de inversores agrícolas que, alquilándoles las tierras, prepararon la conversión en prados o en tierras de cultivo de forraje de muchos terrenos áridos y gravosos de la parte alta de la llanura, mediante obras de regadío. Del mismo modo, difundieron el cultivo del arroz en las tierras más bajas. En el Véneto y en las tierras de la región Emilia-Romaña de la margen derecha del Po, se realizó la desecación a escala cada vez más amplia de los bajos fondos (Cazzola, 1991b).

La expansión de la República de Venecia hacia la «tierra firme» dio lugar a una política hidráulica organizada y sistemática, cuyo momento central fue la institución de magistraturas como los Savi ed Essecutori alle Acque (1510) y los Poveditori sopra i Beni Inculti (1556). Estos últimos asumieron en primera persona la tarea de aprobar y coordinar todos los proyectos de saneamiento (*rescate*) promovidos por inversores privados, consorcios de propietarios y comunidades (Ciriacono, 1994; Ventura, 1968). En las tierras bajas de la llanura del Po, fueron los príncipes y los especuladores privados los protagonistas de proyectos de desecación, que posibilitaron la recuperación de decenas de miles de hectáreas de tierras destinadas al cultivo de trigo.

Desde la mitad del Cuatrocientos, los Estensi, señores de Ferrara, promovieron obras de contención de las crecidas y de defensa frente a los aluviones del territorio ferrarés e invirtieron cantidades ingentes de capital en desecar cientos de hectáreas de sus tierras. Lo mismo hicieron muchos exponentes de la nobleza local, de la Corte y de la burguesía ciudadana, individualmente o reunidos en los primeros *consorcios de bonifica.* También se realizaron programas de desagüe entre el Cuatrocientos y el Quinientos,

por parte de grandes familias boloñesas, como los Bentivoglio, los Bevilacqua, los Pepoli, los Malvezzi (Cazzola, 1977; 1987a; 1987b). Del mismo modo, en Toscana, los Médicis llevaron a cabo obras de revalorización del territorio y de desecación, con construcción de diques en los ríos y, sobre todo, con el perfeccionamiento de las técnicas de *bonifica* por colmatación. Estas últimas aprovechaban la fuerza erosiva del agua en las zonas de colinas con el fin de utilizar los materiales de erosión para llenar las zonas deprimidas (Barsanti y Rombai, 1986).

No faltó algún intento de afrontar los más complejos problemas del saneamiento en la Italia meridional: la *bonifica* de las *Paludi Pontine* que intentó el papa Sixto V y la *bonifica* de los Regi Lani en el reino de Nápoles (Ciasca, 1928; Fiengo,1985).

4.3. Regulación de los ríos y controversias hidráulicas: 1600-1750

El sensible empeoramiento climático que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVI («pequeña época glaciar») contribuyó a un agravamiento de los ya complejos problemas hidráulicos en toda la cuenca del Po (Sereno, 1981; Pfister, 1988). Los efectos más evidentes y documentados del incremento de las lluvias y de un enfriamiento climático son el avance de los glaciares alpinos, el crecimiento importante de los cauces de los ríos y el aumento de los aluviones en el Po y en sus afluentes, desde el Piamonte hasta el Delta. La atención de los gobiernos y de las administraciones públicas se concentró en los problemas creados por los ríos y por las siempre frecuentes inundaciones. Las inversiones para la defensa de los campos y de las ciudades frente a los aluviones eran cada vez más costosas. A esto hay que añadir la creciente carga de impuestos que los campesinos debían pagar, en corveas o prestaciones de trabajo. El fuerte fraccionamiento político de la Península agravó los contrastes entre los estados, que se alzaron precisamente a causa del desorden hidráulico.

Las controversias más relevantes se encontraron en la República de Venecia, el ducado de Mantua y el Estado de la Iglesia. Este último, desde el año 1598 había recuperado la posesión del ducado de Ferrara y limitaba ahora con el territorio veneciano. Los episodios más relevantes que caracterizaron el primer Seiscientos son el gran *Corte* y la desviación del curso principal del Po, por obra de los venecianos (1599-1604) (Cessi, 1915), y la separación del Reno del cauce del Po (1604), instado por los ferrareses para poner fin al peligro de inundaciones producidas por las crecidas del río Reno. Esta intervención liberó las aguas del Reno, que se expandieron a las zonas deprimidas de la llanura existente entre Ferrara y Bolonia, creando nuevos y más extensos fenómenos de empantanamiento de tierras, incluso entre las ya cultivadas. A principios del siglo XVII se tuvo que tomar en

consideración que las ramas meridionales del río Po (Po de Ferrara, de Primaro, de Volano) se habían perdido y que sobre ellas la navegación era imposible (Giacomelli, 1983).

Tras el gran *Corte* de 1604, la República veneciana persiguió con tenacidad el fin de alejar, con potentes muros de contención, todos los ríos que desembocaban en la gran Laguna. Esto tuvo lugar con la excavación de la Brenta Novissima (1610), con la desviación del río Piave, que antes confluía en el Levenza en Santa Margarita (1664) y después en Cortellazzo, fuera del área lagunar (1683), y con la desviación de los otros ríos menores. La política veneciana de aguas concentró, por otra parte, ingentes recursos financieros en la clausura sistemática de todas las nuevas desembocaduras que el río Po abría en dirección a Venecia y al área de la Laguna. Así, en el siglo XVII, cambió profundamente la macroestructura hidráulica de la zona oriental del valle del Po. Una espantosa inundación del Po en 1705, que sumergió todas las tierras de su curso inferior, desde Mantua al mar, cerró un período de grandes dificultades, marcado por carencias y pérdidas demográficas.

4.4. Los ríos bajo control y las nuevas condiciones de la bonifica: *1750-1850*

La nueva expansión económica y demográfica de la segunda mitad del siglo XVIII estuvo marcada, en el área oriental del valle del Po, por el reemprendimiento de importantes obras de *bonifica* y regulación de los cauces de los ríos. En la República de Venecia, en la que ya en 1677 se había creado una magistratura «expresa» para gestionar las aguas del río Adigio, fue en 1797 cuando se finalizó el proyecto de delimitación del área de la Laguna, consistente en definir con obras de contención, con la construcción de diques en el mar (*murazzi*) y con la fijación de mojones, el perímetro ocupado por el área lagunar (Bevilacqua, 1995: 95-108).

También en la región de Bolonia y en la parte meridional del ex ducado de Ferrara, sujetos al poder del Papa, donde los problemas de desorden hídrico eran particularmente complejos, se consiguió delinear en 1765 (y realizar en el decenio siguiente) el proyecto de un nuevo y definitivo encauzamiento del río Reno en el ramo meridional del Po, tras haber excavado y adaptado el cauce. La decisión política de realizar la obra puso fin a una controversia hidráulica entre las dos provincias que duró desde 1604 y sentó las bases para la recuperación agraria de los territorios boloñeses y ferrareses afectados por las periódicas y violentas inundaciones del Reno (Giacomelli, 1983). A lo largo del siglo XVIII, también el territorio de Ravena fue defendido de las inundaciones de los ríos Ronco y Montone, que cercaban la ciudad y amenazaban las construcciones, con una obra de encauzamiento de dos ríos en un solo cauce artificial que permitió

que llegara al mar alejado de la ciudad: los Ríos Unidos (1733-1739) (Gambi, 1994).

En el curso del siglo XVIII, en la llanura lombarda se continuó también aquella «carrera contra el agua» que había sido un rasgo recurrente en la historia de esas tierras. Las inversiones de extensión del regadío se destinaron sobre todo a la producción de forraje para el ganado de leche y para el cultivo de arroz, este último en fuerte expansión especialmente en el Pavese y en la Lomellina (Canetta,1976; Zappa,1980: 203-210; Faccini, 1976 y 1988: 242; Bigatti, 1995: 78-79).

En el Gran Ducado de Toscana, bajo Pedro Leopoldo de Lorena, se afrontó de forma definitiva el problema de la sistematización hidráulica del valle de Chiana, un territorio pantanoso situado en el límite entre Toscana y el Estado Pontificio. Según un plano del hidráulico Vittorio Fossombroni, una colmatación general debería haber alzado el nivel de la parte centro-meridional del valle de Chiana, de modo que se invirtiera en dirección al río Arno el plano de caída de todas las aguas de la provincia. En 1780, fue creado para ello un largo muro de separación entre la zona toscana del valle de Chiana y la zona pontificia, con el objetivo fundamental de servir de vertiente en la lenta tarea de colmatación, destinada a durar algunos decenios (Barsanti y Rombai, 1986: 104-105). El joven soberano lorenés, apenas asentado, había promovido también intervenciones de reducción de las áreas pantanosas y maláricas del interior de la Toscana (Barsanti, 1990: 333-340). Éste concedió particular atención al saneamiento de las tierras pantanosas formadas por el Ombrone y otros ríos de la provincia de Grosseto, financiando el proyecto del matemático padre Leonardo Ximenes, de regulación del lago Castiglione, fuente principal de infección malárica (Barsanti y Rombai, 1986: 124-125).

También los pontífices romanos intentaron «embarcarse» de algún modo en el reto general de la *bonifica* que caracterizó la segunda mitad del Setecientos, apuntando al saneamiento higiénico y a la sistematización hidráulica de las Paludi Pontine, una vasta cuenca aluvial, de más de 20.000 hectáreas al sur de Roma, afectada por una grave desregulación hidráulica y cuyo saneamiento se había intentado ya en el siglo XVI por obra de Sixto V. El papa reformista Pío VI, en 1775, recién elegido pontífice, trajo de Bolonia al hidráulico más acreditado, Gaetano Rappini, y le confió la dirección técnica de una obra de regulación hidráulica de dimensión y de coste imponentes (Giacomelli, 1995), que permitió desecar permanentemente al menos 10.000 hectáreas de tierras y distribuirlas entre los colonos, pagando un canon anual de 3 escudos por *rubbio* de tierra (1,85 ha) (Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984: 33-35). Menor dimensión y menor empeño recibieron tierras necesitadas de saneamiento hidráulico del *Mezzogiorno* borbónico. Aparte de la tentativa esporádica de *bonifica* del valle de Diano y de la llanura de Fondi, en el límite con el Estado de la Iglesia, el esfuerzo del

gobierno napolitano en el Setecientos no fue más allá de la manutención de obras realizadas en épocas precedentes, como los Regi Lagni, en la margen izquierda del río Volturno. Los límites más graves de la intervención estatal borbónica en la regulación hidráulica fueron sobre todo la dispersión de las intervenciones y la falta de un plan coordinado de obras (Ciasca,1928; Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984: 45-48; Bruno y Lembo, 1982).

4.5. La bonifica *con las máquinas de vapor: 1850-1915*

Un momento decisivo en las técnicas de desagüe y drenaje de los terrenos pantanosos tuvo lugar en Italia en torno a la mitad del siglo XIX. La introducción de las máquinas de vapor en el accionamiento de las bombas para la extracción mecánica del agua modifica radicalmente las condiciones técnicas del saneamiento, haciendo posible superar los límites que la fuerza de la gravedad impone a las masas líquidas y permitiendo el desagüe rápido de vastas superficies de tierra permanentemente sumergida, en cuanto situada a cotas de altitud nulas o negativas respecto al nivel medio del mar. Se abrió, de este modo, el gran período de los desagües rápidos y del saneamiento especulativo, que trajo consigo, por otra parte, nuevos problemas hidráulicos y agrarios.

Durante el dominio austríaco del Véneto (1854), se llevó a cabo el saneamiento de los Grandes Valles veroneses y ostiglieses, que descargó una gran masa de agua en los territorios orientales de Rovigo e impuso nuevos métodos de reordenación del sistema hidráulico (Malesani, 1952). Entre los primeros en emplear la máquina de vapor para desecar las tierras sumergidas figuran algunos propietarios vénetos de tierras pantanosas situadas entre el delta del Po y la desembocadura del Adigio, en los municipios de Adria y Cavarzere. Siguen el ejemplo los propietarios de Ferrara. Las primeras máquinas de vapor movían simples norias o ruedas-bomba que elevaban el agua de los canales de drenaje excavados en el fondo de las tierras húmedas y la descargaban en los cursos de agua cercanos. El sistema, muy similar al de la *noria*, por cuanto poco eficiente, generaba buenos resultados en terrenos sumergidos de escasa entidad permitiendo un rápido desagüe de cientos de hectáreas de valles y de tierras sumergidas periódicamente. Siempre en el delta del Po, muchos propietarios usaban, sin embargo, máquinas de vapor móviles también para traer agua a los arrozales plantados en el fondo.

Las primeras desecaciones mecánicas de los años cincuenta conocieron también fracasos, debido al consumo excesivo de energía de las primeras máquinas, al todavía imperfecto cálculo de los coeficientes de desecación y al rápido hundimiento de los terrenos desaguados (Isenburg, 1971: 12-19; Porisini, 1978: 14-35).

Pocos años más tarde, a principios de la década de 1870, la difusión de las nuevas bombas centrífugas movidas a vapor permitió la desecación de los terrenos más deprimidos, ya que estas nuevas bombas podían elevar grandes masas de agua a gran velocidad, superando desniveles de hasta tres metros y más. En los años 1873-1875, entraron en funcionamiento, en la provincia de Ferrara, las primeras instalaciones grandes y modernas de extracción mecánica del agua que se servían de bombas centrífugas tipo *guyne*. Para desecar otras zonas húmedas de la provincia se emplearon máquinas de menores dimensiones.

Entre 1873 y 1893 se sometieron a saneamiento mecánico, sólo en esta provincia, más de 75.000 hectáreas de tierras pantanosas. Los primeros resultados suscitaron gran entusiasmo entre los propietarios de las regiones del Véneto y de Emilia-Romaña. Gracias también a una ley expresa de 1882 que tomó el nombre del ministro de Obras Públicas Alfredo Baccarini, la *bonifica* de las tierras húmedas se convirtió en obra de utilidad pública, tras lo cual sería financiada por el Estado y las administraciones locales una gran parte de las instalaciones necesarias. Entre finales del XIX e inicios del XX se construyeron, así, nuevos consorcios de propietarios para sanear otras tierras pantanosas y se presentaron modernos proyectos de canalización y control del suelo mediante bombas: el *Consorzio dell'agro reggiano-mantovano* (1889), el *Consorzio de la bonifica renana* en la provincia de Bolonia (1909) para más de 100.000 hectáreas. Y además: el *Consorzio interprovinciale della bonifica di Burana* (Módena, Mantua, Ferrara), que ocupó una superficie de 85.000 hectáreas, inauguró en el año 1899 la obra principal: un «túnel» que permitió a las aguas de desagüe de la circunscripción pasar bajo el cauce del río Panaro. Esta obra ya fue construida en la época napoleónica (1811) pero no pudo nunca entrar en funcionamiento por las divisiones políticas surgidas en la Restauración.

Entre 1885 y 1901 se realizaron las obras fundamentales para asegurar la extracción de las aguas de la provincia de Rovigo, situada entre los cauces de los ríos Po y Adigio y sobre la cual afluyen las aguas de desagüe de las provincias de Verona y Mantua, que corren a través del Canalbianco. En 1907 se construyó aquí el *Consorzio per la bonifica padana.*

En cuanto al riego, tras la unificación política del nuevo Reino de Italia recibieron un nuevo impulso dos obras de modernización y expansión considerable de la disponibilidad de aguas para riego en la zona occidental del valle del Po: el canal Cavour y el canal Villoresi (Segre, 1983).

4.6. La «bonifica integrale»: 1920-1945

A principios de los años veinte se elabora en Italia el concepto de «*bonifica integrale*», adoptado enseguida como línea de la política agraria

oficial del régimen fascista (Stampacchia, 1983). Según las definiciones del máximo teórico del saneamiento (Serpieri 1947: 139), por *bonifica* se entiende una acción programada de saneamiento hidráulico combinada con una multiplicidad de otras obras (de riego, hidrogeológicas, civiles, etc.) y con unas actividades coordinadas de transformación urbanística, que conforman la base de una acción más general de modificación de los regímenes agrarios, de la orientación productiva de los asentamientos y de las relaciones sociales agrarias de la circunscripción sujeta a *bonifica* integral. En la parte baja del valle del Po, y en la región de Emilia-Romaña en particular, gran parte de la superficie agraria fue incluida en circunscripciones de *bonifica* integral y, por tanto, en régimen de consorcio para la ejecución y la manutención de las obras de desagüe. En 1948, la superficie gestionada mediante consorcio era de 247,6 mil hectáreas en Lombardía, de 682,9 en el Véneto y de 1.069,2 en Emilia-Romaña.

Tuvieron gran resonancia a nivel propagandístico, aunque la consistencia territorial fue limitada, algunas obras de saneamiento y de colonización realizadas por el régimen fascista en el Agro Pontino, en Cerdeña y en la Puglia en los años treinta (Barone, 1979; 1986; Cerri, 1979; Checco, 1983). Efectos menos asombrosos, pero quizá más significativos desde el punto de vista de la producción, tuvo en cambio la extraordinaria difusión de las instalaciones pequeñas de riego a escala empresarial mediante pozos artesanos. En los años veinte y treinta el sostenimiento estatal con contribuciones a los agricultores llevó a expandir la superficie de regadío de modo significativo, especialmente en el centro-sur y en las islas. La situación del regadío en Italia en el año 1931 era la siguiente:

Cuadro 2.1

SUPERFICIE DE REGADÍO EN ITALIA EN 1931
(MILES DE HECTÁREAS)

Norte	1.194
Centro	55
Sur	113
Islas	80

Fuente: Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984, p. 68.

4.7. Bonifica, *regadío y reforma agraria: 1950-1970*

La sucesiva evolución de la actividad de saneamiento hídrico en Italia ha estado condicionada profundamente por este enfoque que asigna un carácter de utilidad pública a la *bonifica*. La Ley que en 1950 pone en

marcha una reforma parcial agraria dio más espacio a la *bonifica* y a nuevos procesos de desecación de tierras pantanosas sumergidas en el delta del río Po y en la Maremma toscana. Saneamiento y colonización de las nuevas tierras secas caracterizan la política agraria de los gobiernos de los años cincuenta y sesenta, según un modelo que apuntaba a la pequeña empresa familiar autosuficiente, con una minoría de asignatarios de los terrenos, y a la continuación de las obras de saneamiento y de transformación inmobiliaria para afrontar la fuerte presión de los jornaleros desocupados.

A principios de los años ochenta estaban comprendidas en las circunscripciones de *bonifica* al menos 11,1 millones de hectáreas. Los terrenos sujetos a obras de desagüe, o sea, de *bonifica* en sentido estricto, alcanzan hoy 4,15 millones de hectáreas repartidos del siguiente modo:

Cuadro 2.2

SUPERFICIE SUJETA A OBRAS DE DESAGÜE
(MILES DE HECTÁREAS)

Reparto geográfico	*Desagüe*		*Con extracción*	*TOTAL*
	Natural	*Mecánico*		
Norte	1.306	1.004	2.310	
Centro	760	75	835	
Sur, Islas	943	62	1.005	
ITALIA	3.009	1.141	4.150	

Fuente: Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984, p. 67.

La nueva sensibilidad ecológica, madurada a partir de los años setenta, ha llevado a detener las obras de desecación de los pocos humedales que quedan y a modificar el planteamiento del problema de la *bonifica*. Se apunta, de hecho, al desarrollo de sistemas mixtos de gestión del agua (drenaje en los meses invernales y regadío en los meses de verano), con los cuales mantener en el terreno la cantidad de agua y de humedad necesaria para asegurar la vida de las plantas cultivadas en las distintas estaciones del año. La difusión del regadío en las tierras del Mezzogiorno ha sido el hecho nuevo que ha marcado la historia de la agricultura italiana a partir de los años cincuenta, pues históricamente el regadío había sido una prerrogativa casi exclusiva de la Italia del norte. Desde 1948 a 1975 la superficie de regadío en el sur y en las islas ha aumentado en 500.000 hectáreas, cuadruplicándose respecto al año 1905, mientras en el norte ya existían dos tercios del regadío a principios de siglo (cuadro 2.3).

Cuadro 2.3

SUPERFICIE DE REGADÍO EN ITALIA (MILES DE HECTÁREAS)

Años	*Norte*	*Centro*	*Sur*	*TOTAL*
1905	1.110	20	180	1.300
1948	1.200	50	200	1.450
1968	1.500	200	600	2.300
1975	1.650	230	670	2.550

Fuente: Bevilacqua y Rossi-Doria, 1984, p. 69.

Bonifica y regadío, gracias a la difusión de la mecanización agraria y del riego por aspersión, y demás sistemas de riego localizado, se pueden considerar hoy dos aspectos de una gestión de los recursos hídricos que debe ser cada vez más unitaria e integrada, teniendo en cuenta también la competencia que los usos civiles e industriales hacen a los usos agrícolas del agua y que ciudad e industria empeoran con agentes gravemente contaminantes la calidad del agua destinada a los campos.

Bibliografía

Atlantino della Bonifica (s. f.), coordinado por la Direzione Generale della Bonifica e della Colonizzazione del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma: MAF.

BARONE, G. (1979), «Capitale finanziario e bonifica integrale nel Mezzogiorno tra le due guerre», *Italia Contemporanea,* 137, pp. 63-81.

BARONE, G. (1986), *Mezzogiorno e modernizzazione. Elettricità, irrigazione e bonifica nell'Italia contemporanea,* Turín: Einaudi.

BARSANTI, D. (1982), «Il problema storico della bonifica maremmana», *Bollettino della Società Storica Maremmana,* 43-44, pp. 119-125.

BARSANTI, D. (1990), «Tecniche e vicende delle bonifiche toscane tra '700 e '800», en I. TOGNARINI (coord.) (1990), pp. 329-349.

BARSANTI, D. y L. ROMBAI (1986), La «guerra delle acque», en *Toscana. Storia delle bonifiche dai Medici alla Riforma agraria,* Florencia: Edizioni Medicea.

BEVILACQUA, P. (1995), *Venezia e le acque. Una metafora planetaria,* Roma: Donzelli.

BEVILACQUA, P. y M. ROSSI-DORIA (1984), «Lineamenti per una storia delle bonifiche in Italia dal XVIII al XX secolo», en P. BEVILACQUA y

M. ROSSI-DORIA (coords.), *Le bonifiche in Italia dal '700 a oggi*, Bari: Laterza.

BIGATTI, G. (1995), *La provincia delle acque. Ambiente, istituzioni e tecnici en Lombardia tra Sette e Ottocento*, Milán: Franco Angeli.

BRUNO, G. y R. LEMBO (1982), *Acque e terra nella piana del Sele. Irrigazione e bonifica nel comprensorio in Destra del Sele fra XIX e XX secolo*, Salerno: Consorzio di bonifica in Destra del fiume Sele.

CANETTA, R. (1976), «L'irrigazione nella bassa pianura lombarda tra il Sette e Ottocento», en M. ROMANI (ed.), *Le campagne lombarde tra Sette e Ottocento Alcuni temi di ricerca*, Milán: Vita e Pensiero, pp. 67-140.

CASTAGNETTI, A. (1977), «La pianura veronese nel medioevo. La conquista del suolo e la regolamentazione delle acque», en *Una città e il suo fiume: Verona e l'Adige*, Verona: Banca Popolare di Verona.

CAZZOLA, F. (1977), «Bonifiche e investimenti fondiari», en A. BERSELLI (ed.), *Storia dell'Emilia Romagna*, vol. II, Bolonia: University Press, pp. 209-228.

CAZZOLA, F. (1987), «Le bonifiche nella Valle Padana: un profilo», *Rivista di Storia dell'Agricoltura*, XXVII, 2, pp. 37-66.

CAZZOLA, F. (1987a), «La Bonifica del Polesine di Ferrara dall'età estense al 1885», en *La Grande Bonificazione Ferrarese. vol. I, Vicende del comprensorio dall'età romana all'istituzione del Consorzio* (1883), Ferrara: SATE, pp. 103-251.

CAZZOLA, F. (1987b), «Il 'ritorno alla terra'», en *Il tramonto del Rinascimento*, vol. 10 de la *Storia della società italiana*, Milán: Teti, pp. 103-168.

CAZZOLA, F. (1991a), «L'introduzione del mais in Italia e la sua utilizzazione alimentare (sec. XVI-XVIII)», en *La préparation alimentaire des céréales*. Informes presentados a la mesa redonda, Ravello, Centre Universitaire pour les Bien Culturels, abril de 1988, ed. D. Fournier, PACT, 26, pp. 109-127.

CAZZOLA, F. (1991b), «L'espansione dell'area coltivata nell'Italia centro-settentrionale tra XV e XVII secolo. Qualche linea interpretativa», *Proposte e Ricerche*, 27, pp. 13-25.

CERRI, R. (1979), «Note sulla bonifica integrale del fascismo», *Italia Contemporanea*, 137, pp. 35-61.

CESSI, B (1915), «Il taglio del Po a Porto Viro», *Nuovo Archivio Veneto*, n.s., XV, parte II, pp. 319-368.

CHECCO, A. (1983), Stato, finanza e bonifica integrale nel Mezzogiorno, Milán: Giuffrè.

CHITTOLINI, G. (1979), «Alle origini delle "grandi aziende" della bassa lombarda. L'agricoltura dell'irriguo fra XV e XVI secolo», en *L'azienda agraria nell'Italia centro-settentrionale dall'antichità ad oggi*,

Atti del Convegno di Verona, 28, 29 y 30 de noviembre de 1977, Nápoles: Giannini, pp. 185-199.

CIASCA, R. (1928), *Storia delle bonifiche nel Regno di Napoli*, Bari: Laterza.

CIRIACONO, S. (1994), *Acque e agricoltura. Venezia, l'Olanda e la bonifica europea in età moderna*, Milán: Franco Angeli.

DAINELLI G. (1954), *Introduzione agli studi per la bonifica: L'ambiente naturale e i precedenti storici della valorizzazione agraria e della bonifica in Italia*, Suplemento al *Boletín*, 12/1954 dell'Associazione Nazionale delle Bonifiche, delle Irrigazioni e dei Miglioramenti Fondiari, Roma: REDA.

DARBY, H. C. (1983), *The Changing Fenland*, Nueva York: Cambridge University Press.

FACCINI, L. (1976), *L'economia risicola lombarda dagli inizi del XVIII secolo all'unità*, Milán: Sugarco.

FACCINI, L. (1988), *La Lombardia fra Sei e Settecento. Riconversione economica e mutamenti sociali*, Milán: Franco Angeli.

FANTONI, G. (1990), *L'acqua a Milano. Uso e gestione nel basso medioevo (1385-1535)*, Bolonia: Cappelli.

FIENGO, G. (1985), «Regi Lagni e l'avvio della bonifica della Campania felix nell'ultimo decennio del Cinquecento», *Archivio Storico Italiano*, 143, 3, pp. 399-428.

FUMAGALLI, V. (1980), «Colonizzazione e bonifica nell'Emilia durante il Medioevo». *I Settant'anni del Consorzio della Bonifica Renana*, Bolonia: Arnaldo Forni.

GAMBI, L. (1994), «Le bonificazioni», en L. GAMBI (ed.), *Storia di Ravenna*, IV, *Dalla dominazione veneziana alla conquista francese*, Ravena: Comune di Ravenna, Marsilio, pp. 583-616.

GIACOMELLI, A. (1983), «Appunti per una rilettura storico-politica delle vicende idrauliche del Primaro e del Reno», en centro studi G. Baruffald–Cento, *La pianura e le acque tra Bologna e Ferrara. Un problema secolare*, Mostra documentaria e iconografica, Cento, pp. 101-154.

GIACOMELLI, A. (1995), «Per un'analisi comparata delle bonifiche dello Stato Pontificio nel secondo Settecento: la bonifica delle tre legazioni e la bonifica pontina», en G. R. ROCCI (ed.), pp. 83-272.

GRINOVERO, C. (1954), «Lineamenti e sviluppi fino al 1945», en *L'irrigazione in Italia*. Memoria presentada al II Congresso Internazionale delle Irrigazioni e delle Bonifiche (Argel, 12-17 de abril de 1954), edición al cuidado de Cassa per il Mezzogiorno; Associazione Nazionale delle Bonifiche, delle Irrigazioni e dei Miglioramenti Fondiari, Roma: Istituto Poligrafico dello Stato.

HAUSSMANN, G. (1972), «Il suolo d'Italia nella storia», en *Storia d'Italia Einaudi*, vol. I, Turín: Einaudi, pp. 63-131.

ISENBURG, T. (1971), *Investimenti di capitale e organizzazione di classe nelle bonifiche ferraresi (1872-1901)*, Florencia: La Nuova Italia Editrice.

LEVI, G. (1991), «L'energia disponibile», en R. ROMANO (ed.), *Storia dell'economia italiana, II, L'età moderna: verso la crisi*, Turín: Einaudi, pp. 141-168.

MALESANI, E. (1952), «La bonifica delle Valli Grandi veronesi ed ostigliesi», en Istituto di Geografia dell'Università di Bologna, Studi geografici in onore di Antonio Renato Toniolo, Milán-Messina: Principato, pp. 57-105.

MERCHANT, C. (1983), «Hydraulic technologies and the Agricultural Transformation of the English Fens», *Environmental Review*, 7 (2), pp. 165-177.

NARDI, S. (1962), «Bonifiche e risaie nel Ravennate (1800-1860)», en *Problemi dell'Unità d'Italia*. Actas del II Convegno di Studi Gramsciani, Roma: Editori Riuniti, pp. 719-793.

PFISTER, C. (1988), Klimageschichte der Schweiz, 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Gescichte von Bevölkerung und Landwirtschaft, 3. durchgesehene Auflage, Berna-Stuttgart: Verlag Paul Haupt.

PONI, C. (1964), «Aratri e sistemazioni idrauliche nella storia dell'agricoltura bolognese», *Studi Storici*, V, 4.

PONI, C. (1982), *Fossi e cavedagne benedicon le campagne*. Studi di storia rurale, Bolonia: Il Mulino.

PORISINI, G. (1978), *Bonifiche e agricoltura nella bassa Valle Padana (1860-1915)*, Milán: Banca Commerciale Italiana.

ROCCI, G. R. (ed.) (1995), *Pio VI, le paludi pontine*, Terracina. Catálogo de la muestra, Terracina, 25 de julio-30 de septiembre de 1995, Terracina: Giovanni Rosario Rocci.

ROVEDA, E. (1984): «Il beneficio delle acque. Problemi di storia dell'irrigazione in Lombardia tra XV e XVII secolo», *Società e Storia*, VII, 24, pp. 269-287.

SEGRE, L. (1983), *Agricoltura e costruzione di un sistema idraulico nella pianura piemontese (1800-1880)*, Milán: Banca Commerciale Italiana.

SERENO, P. (1981), «"Annus fructificat, non tellus". Considerazioni preliminari sulla "piccola età glaciale" nelle campagne del basso Piemonte», *Bollettino della Società per Gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo*, 85, pp. 155-187.

SERPIERI, A. (1947), *La bonifica nella storia e nella dottrina*, Bolonia: Edizioni Agricole.

STAMPACCHIA, M. (1983), *Tecnocrazia e ruralismo. Alle origini della bonifica fascista (1918-1928)*, Pisa: ETS.

TOGNARINI, I. (coord.) (1990), *Il territorio pistoiese e i Lorena tra '700 e '800: viabilità e bonifiche*, Nápoles: Edizioni Scientifiche Italiane.

VENTURA, A. (1968), «Considerazioni sull'agricoltura veneta e sull'accumulazione originaria del capitale nei secoli XVI e XVII», *Studi Storici,* IX, 1, pp. 674-722.

ZAPPA, A. (1980), «Il paesaggio agrario nella campagna pavese settecentesca: le colture irrigue», *Annali di Storia Pavese,* 4-5, pp. 203-210.