



## PLANIFICACION DE LA ASIGNATURA RIEGO Y DRENAJE

### 1. IDENTIFICACION DE LA ASIGNATURA

**Denominación de la Actividad Curricular:**

**Carreras a la que pertenece:**

**Modalidad:** Curso

**Carácter:** Obligatoria

**Planes de estudios a los que se aplica:** Plan 2004 (8).

**Ubicación curricular (Año):**

**Espacio Curricular (Bloque):**

**Duración total (semanas):**

**Carga horaria total (horas):**

**Carga horaria semanal:**

**Cuatrimestre de inicio:**

**Asignaturas correlativas previas:**

**Objetivo general:** Comprender los fundamentos de la Hidrología superficial y subterránea, Hidráulica, Riego y Drenaje y sus vinculaciones con el ambiente. Integrar los sistemas agua-suelo-planta-atmósfera, analizar sus interrelaciones y reconocer su importancia en la producción agropecuaria y forestal.

**Contenidos mínimos:**

**Metodología de enseñanza:** Los encuentros serán teórico-prácticos, abordando la totalidad de ejes temáticos. Los encuentros teórico-prácticos incluirán la utilización de técnicas de enseñanza tradicionales (exposiciones y explicaciones breves), de doble vía (diálogo, interrogación, demostración, ejemplificación) y grupales (conversación, discusión grupal, estudio dirigido). Al cierre de cada unidad de aprendizaje se presentarán situaciones inéditas que, apoyándose en la problemática de dichas unidades, permitirán al alumnado la transferencia del aprendizaje. Los encuentros teórico-prácticos deben asegurar la ejecución de los trabajos prácticos dispuestos para todo el plan.



**Sistema de promoción:** El curso ofrece tres formas de promoción: como alumno regular sin examen final, como alumno regular con examen final y como alumno libre con examen final.

**Expediente:**

**Resolución de aprobación:**

**Fecha de aprobación:**

**Códigos SIU-Guaraní:**

## **2. FUNDAMENTACION.**

### 2.1. Fundamentación disciplinar.

El estudio, manejo y evaluación de los sistemas agroproductivos en base al conocimiento de las relaciones causa-efecto de la problemática de los desequilibrios hídricos (déficit y excesos), permiten abarcar holísticamente dos paradigmas del hombre: producir calidad y cantidad de bienes primarios y mantener la sustentabilidad del medio productivo.

La asignatura se propone desarrollar, en base a la integración de conceptos básicos de las disciplinas Hidrología e Hidráulica Agrícolas, para aplicarlos al campo del riego y drenaje de los cultivos agrícolas y forestales. Se enfatizará, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, la formación que se considera imprescindible para el desempeño de la actividad profesional del futuro ingeniero agrónomo y forestal, relacionada con la identificación de problemas del sector agropecuario y forestal, el diagnóstico, la propuesta de alternativas de solución, el análisis de factibilidad social, técnica, económica y financiera, la jerarquización y selección de las alternativas, su implementación, seguimiento y evaluación. Tratándose de una asignatura con sólidos antecedentes y vigencia en la rama de la ingeniería denominada rural, es lógico preparar al educando para la identificación, formulación, ejecución y evaluación de proyectos ejecutivos, como unidad conceptual de integración temática, para favorecer la comprensión y solución de la problemática de los déficit y excesos hídricos, situaciones naturales y antrópicas que condicionan la humanidad.

La focalización de todos los contenidos temáticos en el agua, por extensión los recursos hídricos, su estudio, conservación y aprovechamiento mediante sistemas de manejo sustentables, hacen de la asignatura Riego y Drenaje un componente fundamental de la curricula de las ingenierías agronómica y forestal. En la Argentina, el 61, 15 y 24 %, respectivamente, del área total del territorio, de 277 millones de hectáreas, pertenece a la zona árida, semiárida y húmeda, respectivamente. En las dos primeras, la actividad socioeconómica principal se basa en el riego integral, en la zona húmeda, el 14% de sus cultivos se riega complementariamente. Por el lado del drenaje, más del 50 % de las tierras áridas regadas presentan problemas de drenaje y de ellas, más del 40 % presentan problemas de salinidad, asociados con deficiencias de drenaje



y toda la zona húmeda sufre periódicamente excesos hídricos, en la forma de anegamientos, encharcamientos e inundaciones, donde la prevención y el combate de dichos excesos, temática inherente al drenaje, tiene exclusiva participación en la posible actividad ingenieril.

Para un adecuado aprovechamiento de los contenidos temáticos que propone la asignatura, se requiere que los alumnos hayan adquirido no solo los conocimientos abarcados en las asignaturas básicas de la curricula, sino también los referentes al campo de aplicación agronómica y forestal, como son los cultivos hortícolas, forrajeros, florícolas, forestales, frutales, oleaginosos y cereales, el manejo y conservación de suelos, la economía y la mecanización agraria.

Las asignaturas básicas, que deberían considerarse prerrequisitos de Riego y Drenaje, son Matemática, Física General y Biológica, Química General, Inorgánica, Orgánica y Biológica, Estadística, Topografía, Botánica, Fisiología, Climatología, Edafología y Geomorfología.

Por la naturaleza y aplicación de contenidos temáticos, Riego y Drenaje se integraría en despliegue simultáneo, con las asignaturas Manejo y Conservación de Suelos, Maquinaria y Agroecología.

Para lograr una integración total con las asignaturas posteriores que se refieren al campo de aplicación de la temática de Riego y Drenaje, sería conveniente su ubicación en los últimos tramos de las carreras de ingeniería agronómica y forestal, ya que es lógico que el alumno primero conozca las tecnologías de manejo y la comercialización de los cultivos para luego incorporar, como sistema de manejo sustentable, las prácticas del riego y del drenaje.

Se considera imprescindible, para lograr un aprovechamiento adecuado de los contenidos que se proponen desarrollar en Riego y Drenaje, que los alumnos hayan por lo menos cursado las asignaturas que trabajan la temática agronómica y forestal específica de la producción de cereales, oleaginosas, frutales, florales, hortícolas, forestales, industriales y forrajeras.

## 2.2. Fundamentación pedagógica.

Las categorías didácticas más sobresalientes, operan como fundamento del plan de la asignatura que se ha elaborado y son: información, práctica reflexiva, motivación, inteligencias múltiples y proyecto.

El alumno se debe informar lo suficiente sobre cada tema del plan, con una profunda comprensión conceptual y contextual de la disciplina. La presencia de los modelos analógicos ofrecerán tres posibilidades: concretos (serán extraídos del campo real), depurados (reelaborados por el personal docente) y construidos (presentados expreso para que los alumnos elaboren).



Las actividades de aprendizaje deberán ser reflexivas, con una fuerte motivación intrínseca y extrínseca, acercándose a los siguientes modelos mentales: amplitud, coherencia, creatividad, accesibilidad.

La diversidad metodológica permitirá asistir a las “inteligencias repartidas”:

- físicamente repartidas (uso de apuntes, diarios, calculadoras, computadoras)
- socialmente repartidas (uso de aprendizajes individuales, grupales, solución de problemas, propuesta de idea de proyectos)
- simbólicamente repartidas (uso de distintas formas textuales: ensayos, gráficos, tablas, descripciones).

La propuesta didáctica puede estructurarse en los siguientes momentos:

- Prediseño de las unidades didácticas y consideración de los intereses en cada una de las unidades, a cargo del equipo de profesores del Curso.
- Establecimiento de nexos entre la estructura de contenidos de cada unidad didáctica y los contenidos de aprendizaje de otras asignaturas pertenecientes al Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, que debería enriquecerse con otras asignaturas necesarias para la formación básica del producto educativo ingeniero agrónomo y forestal.
- Determinación de los objetivos generales de la disciplina, considerando además de la información, valoración y ejecución temática, las posibles líneas investigativas coherentes con la propuesta de intereses que ofrece cada unidad.
- Elaboración de los criterios metodológicos de la asignatura, considerando los espacios de intervención del alumnado.
- Consideración de la integración teórica y práctica en una única realidad áulica.
- Planificación de actividades de selección y caracterización de problemas significativos relacionados con cada unidad, revalorizando el planteo del problema, además de su investigación y resolución, en forma conjunta entre equipo docente y alumnos.
- Actividades de investigación de los problemas y de contraste con fuentes de información (observaciones, experiencias, textos, audiovisuales, explicaciones verbales, etc.). Este es el momento central de la propuesta metodológica de la enseñanza. No se pretende poner al alumno en contacto con cualquier información, sino con aquella que se considere adecuada para abordar los obstáculos de aprendizaje que se manifiestan en la investigación y que se encuentre próxima a sus niveles de formulación conceptual.
- Actividades de estructuración, aplicación y generalización. Se trata de establecer relaciones significativas entre los contenidos de las investigaciones abordadas, poniéndolas a prueba con problemas y situaciones diferentes a los que han sido objeto de la investigación. Se pretende también, en aquellos problemas que lo permitan, aplicar los conocimientos a situaciones prácticas institucionales o extrainstitucionales.
- Elaboración de los criterios de evaluación del alumnado, atendiendo a la estructura conceptual de la asignatura y las investigaciones abordadas.



### 2.3. Variables institucionales, académicas y didácticas de la propuesta.

#### 2.3.1. Variables institucionales.

- Conservación de la estructura disciplinaria en el marco de la programación académica.
- Práctica interdisciplinaria que asegura el aprendizaje de la realidad como un todo.
- Integración de la unidad temática con los intereses propuestos por el alumnado, que favorezcan formulaciones de ideas de proyectos agronómicos.

#### 2.3.2. Variables académicas.

- Integración del equipo docente en todo el ciclo didáctico (plan -ejecución - evaluación de los alumnos)
- Perfeccionamiento y actualización en servicio del personal docente, al trabajar integrados en una realidad áulica teórica-práctica con todos los alumnos inscriptos.
- Preparación de equipos de investigación, recuperando la función universitaria de los Cursos y Departamentos, poniendo dicho proceso al servicio del aprendizaje del alumno.
- Organización de ejercicios de investigación como punto de partida para la transferencia de aprendizaje en el alumno.

#### 2.3.3. Variables didácticas.

- Planificación de la asignatura respetando la estructura temática y los intereses de los alumnos sobre esa estructura.
- Conducción del aprendizaje en el que se combina la construcción del conocimiento por parte de los alumnos con el abordaje de textos, análisis de la realidad, experiencias, uso de recursos didácticos y otras actividades.
- Evaluación de los aprendizajes realizados en los alumnos en cuanto a conocimiento, aplicación y transferencia.

### 3. OBJETIVOS GENERALES.

#### 3.1. Área conceptual. Al finalizar el curso, los alumnos serán capaces de:

- Comprender los contenidos fundamentales de las disciplinas componentes de la asignatura, que son Hidrología superficial y subterránea, Hidráulica, Riego y Drenaje y sus vinculaciones con el ambiente.
- Integrar los sistemas agua-suelo-planta-atmósfera, analizar sus interrelaciones y reconocer su importancia en la producción agropecuaria y forestal.
- Seleccionar métodos de riego adecuados a las condiciones existentes.
- Identificar las causas que originan problemas de excesos hídricos y caracterizar los problemas de drenaje en función de actividades preventivas y correctivas.
- Resolver pequeñas investigaciones en las áreas principales de utilización del Riego y del Drenaje.



3.2. Área actitudinal. Los alumnos serán capaces de:

- Reconocer la importancia de la Hidrología Agrícola para la aplicación del Riego y Drenaje en la actualidad.
- Valorar los avances de la ingeniería de riego y de drenaje para la optimización de la producción agropecuaria y forestal.
- Jerarquizar la problemática del manejo de suelos, aguas y cultivos en un contexto conservacionista de los recursos naturales y proteccionista del ambiente.
- Participar en los trabajos de investigación grupal, demostrando aceptación y actitud productiva.
- Elegir líneas de investigación grupal, concensuando con los compañeros.

3.3. Área procedimental. Los alumnos serán capaces de:

- Aplicar metodologías de análisis, estimación y determinación de variables de manejo del sistema agua-suelo-planta-atmósfera.
- Utilizar instrumental y estructuras adecuadas para la medición, operación y control de dichas variables.
- Resolver situaciones problemáticas surgidas o representativas del campo real.
- Construir gráficas, planos y modelos matemáticos para la caracterización de los fenómenos bajo estudio.

#### 4. DESARROLLO PROGRAMÁTICO

##### UNIDAD 1. Introducción al Riego y Drenaje.

1.1. Riego y drenaje: presentación de la asignatura. Ubicación en la currícula de la carrera de ingeniería agrónoma. Temáticas principales de las disciplinas Hidrología, Hidráulica, Riego y Drenaje, que integran la asignatura.

1.2. Importancia del Riego y Drenaje en la formación de ingenieros agrónomos e ingenieros forestales en el desarrollo de las ciencias agrarias.

1.3. Desempeño del ingeniero agrónomo y del ingeniero forestal en el campo de la Agrohidrología, con énfasis en el manejo de aguas, suelos y cultivos.

1.4. Desarrollo nacional e internacional de los sistemas de riego y drenaje y de la irrigación. Principales áreas argentinas bajo riego integral y complementario.

1.5. Recursos hídricos superficiales y subterráneos. Estudio, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

##### UNIDAD 2. Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje.

2.1. Ciclo hidrológico y distribución de agua en el Planeta. Balances hídricos: diferencias conceptuales y metodológicas asociadas a propósitos y aplicaciones.



2.2 Precipitación total y precipitación efectiva. Métodos de medición y estimación. Análisis de datos. Modelos matemáticos y programas computacionales.

2.3. Escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo. Hidrogramas. Relación precipitación - escorrentía. Modelos hidrológicos y programas computacionales.

2.4. Evaporación, transpiración y evapotranspiración. Métodos de medición y estimación. Modelos matemáticos y programas computacionales.

2.5. Infiltración. Métodos de medición y estimación. Construcción de modelos matemáticos de aplicación en diseño de riego.

### **UNIDAD 3. Hidráulica aplicada a sistemas de riego y drenaje.**

3.1. Hidrostática e Hidrodinámica. Presiones hidrostáticas. Corriente líquida: elementos técnicos que la caracterizan. Principios de conservación de la masa y la energía. Aplicaciones.

3.2. Circulación de agua en tuberías. Pérdidas de carga: medición y estimación. Aplicaciones.

3.3. Circulación de agua en canales. Aplicaciones para el diseño de acequias y pequeños canales de distribución y drenaje.

3.4. Hidrometría: clasificación, fundamentos y aplicaciones de métodos de aforo en distintos sistemas hídricos. Aforo de cursos libres. Circulación de agua por orificios y vertederos. Medición de caudales mediante estructuras.

3.5. Sistemas de bombeo. Clasificación y descripción de bombas, transmisiones y motores. Determinación de requerimientos de bombeo. Análisis de sistemas de bombeo, selección del equipamiento y cálculo de potencia requerida.

### **UNIDAD 4. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera.**

4.1. Relaciones agua-suelo. Contenidos hídricos referenciales. Humedad aprovechable total, consumida y residual. Potencial de agua del suelo: componentes, medición y cálculo. Relaciones entre tensiones y contenidos hídricos en los suelos.

4.2. Relación agua-suelo-planta. Absorción de agua del suelo por las plantas. Sistemas de raíces: patrón de distribución, profundidad, tasa y modelos de absorción. Umbral de riego: concepto, uso y determinación experimental. Láminas neta y bruta de riego.

4.3. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Flujo de agua en la fitósfera. Relaciones entre transpiración y fotosíntesis. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Respuesta de los cultivos a niveles de humedad aprovechable. Modelos de producción.



## **UNIDAD 5. Riego.**

5.1. Riego en zonas húmedas y zonas áridas. Tecnología e impacto ambiental y socioeconómico del riego integral y complementario.

5.2. Análisis de la oferta y demanda de agua, para poner bajo riego sistemas de producción vegetal. Evaluación de la disponibilidad de agua. Construcción de curvas de demanda.

5.3. Calidad del agua para riego. Métodos para interpretar la calidad del agua y sus efectos en el sistema productivo. Mejoramiento de la calidad del agua.

5.4. Clasificación de métodos de aplicación de agua al suelo. Descripción de distintas unidades de riego. Selección de alternativas de sistemas de riego de acuerdo al método de aplicación de agua más adecuado a las condiciones físicas, económicas y humanas disponibles.

5.5. Sistematización, habilitación y manejo de tierras para riego. Acondicionamiento del terreno: desmonte, emparejamiento y nivelación.

5.6. Manejo de aguas y suelos salinos. Tolerancia salina de las plantas cultivadas. Balance salino de la solución del suelo y requerimiento de lixiviación. Métodos de prevención y de control de la salinidad en la fitósfera.

5.7. Distritos de riego y drenaje: infraestructuras de almacenamiento, regulación, derivación, conducción, distribución y avenamiento. Formas de entrega del agua a los usuarios.

5.8. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.

## **UNIDAD 6. Métodos de riego gravitacionales.**

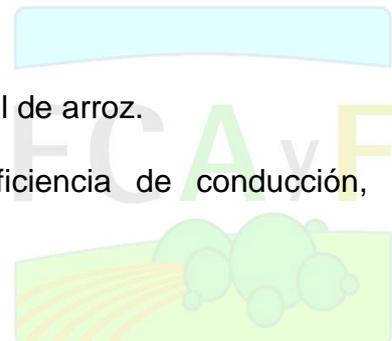
6.1. Fundamentos del riego gravitacional. Fases del riego. Funcionamiento hidráulico de los sistemas de riego. Principales cultivos regados por métodos gravitacionales.

6.2. Diseño y operación de sistemas de riego por surcos.

6.3. Diseño y operación de sistemas de riego por melgas.

6.4. Diseño y operación de sistemas de riego gravitacional de arroz.

6.5. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.





## **UNIDAD 7. Métodos de riego aéreos y subterráneos.**

7.1. Métodos de riego aéreos. Fundamentos y funcionamiento hidráulico del riego por aspersión y por goteo. Principales cultivos regados por métodos aéreos.

7.2. Descripción, diseño, operación y evaluación de equipos de aspersión de movimiento periódico (fijos, semifijos y móviles).

7.3. Descripción, diseño, operación y evaluación de equipos de aspersión de movimiento continuo (enrolladores, pivote central y avance frontal).

7.4. Descripción, diseño, operación y evaluación de sistemas de riego localizado por microaspersión y goteo. Principales cultivos extensivos e intensivos a campo, bajo cubierta y sin suelo regados localizadamente.

7.5. Descripción de sistemas de riego subterráneo. Subirrigación. Riego subterráneo localizado.

7.6. Evaluación de eficiencias en los sistemas de riego aéreos.

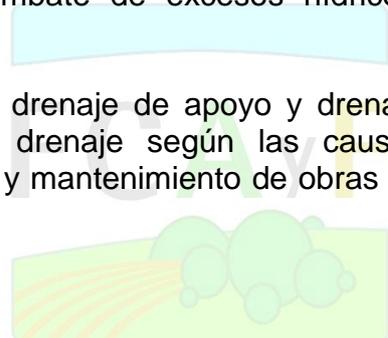
## **UNIDAD 8. Drenaje agrícola.**

8.1. Principios de hidrogeología aplicada al riego y drenaje. Agua subterránea. Origen y clasificación. Acuíferos y acuitardos. Propiedades hidrológicas de los sedimentos portadores de agua: porosidad, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica. Movimiento del agua subterránea. Flujo en medios porosos en régimen permanente: Ley de Darcy y velocidad media del flujo.

8.2. Capa freática. Características hidráulicas. Estudios espaciales y temporales de su dinámica. Participación de la capa freática en el ciclo hidrológico y el balance hídrico a nivel zonal y parcelario. Pozos de observación: ubicación, construcción y mediciones del nivel freático. Manejo de datos freáticos: elaboración de gráficos y mapas. Caracterización de redes de flujo y áreas de carga y descarga.

8.3. Drenaje agrícola en zonas húmedas y en zonas áridas. Estudio de las causas que originan excesos de humedad en el suelo: fuentes de alimentación y obstáculos al flujo de agua. Inundaciones, anegamientos y ascensos de niveles freáticos. Formulación de estudios interdisciplinarios para la prevención y el combate de excesos hídricos. Estudios del riesgo hídrico en áreas de llanura.

8.4. Jerarquía de las redes de drenaje: drenaje zonal, drenaje de apoyo y drenaje parcelario. Estimación y medición de dotaciones de drenaje según las causas generadoras del exceso hídrico. Construcción, operación y mantenimiento de obras de drenaje.





## BIBLIOGRAFIA

### a) Bibliografía general

#### Sobre temas de la Hidráulica.

- Azevedo Neto, J y G. Acosta Alvarez. 1975. Manual de Hidráulica. Ed. Harla. Sao Pablo.
- Camargo, G. y D. Salazar. 1988. Elementos de hidráulica para ingenieros. Ed. UACH. México.
- Losada Villasante, A. 2000. El riego: fundamentosa hidráulicos. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Mattos, R. 1999. Pequeñas obras hidráulicas. ISBN 92-9089-069-X. Ed. Internet.
- Trueba Coronel, S. 1981. Hidráulica. Ed. CECOSA. México.
- Varios textos dedicados a la problemática general del riego y del drenaje, incluyen capítulos dedicados a la Hidráulica aplicada a los sistemas de captación, conducción, embalse, regulación, aplicación y evacuación del agua.

### b) Sobre temas de la Hidrología.

- Argentina. Gestión de los Recursos Hídricos. Elementos de política para su Desarrollo Sustentable en el siglo XXI. Volumen I Informe principal. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. BIRF. Agosto 30 de 2000.
- Cabral, M, J. Ceci y L. Génova. 1993-1995. Estudios del riesgo hídrico en los Partidos de 25 de Mayo, Saladillo, R. Perez y Gral Belgrano, Pcia. de Bs. As. UNDP. CODESA.
- Chow, Ven Te, D. Maidment y L. Mays. 1994. Hidrología aplicada. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana SA. Colombia. ISBN: 958-600-171-7
- Hydrology Handbook (2th Edition). 1996. ASCE. USA. ISBN 0-7844-0138-1.
- International Journal of Water Resources Development. Water resources development in México. Editor K. Biswas. Oxford, U.K.
- Kite, G. W. 1988. Frecuency and risk analysis in Hidrology. Water Resources Publication USA. ISBN 0-918334-64-0.
- Linsley, R., M. Kohler y J. Paulus. 1977. Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill.
- Luque, J. 1980. Hidrología agrícola aplicada. Ed. Hemisferio Sur.
- Mintegui Aguirre, J. A. y F. López Unzu. 1990. La ordenación agrohidrológica en la planificación. Ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria Gastéis. ISBN 84-7542-763-4.
- Monsalve Sáenz, G. 1999. Hidrología en la Ingeniería. 2da. Ed. Grupo Editor Alfaomega Colombia. ISBN 970-15-0404-6.
- Naciones Unidas. 1977. Directrices para la prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Recursos naturales / Serie del agua N°5. N. York.



- Remenieras, G. 1971. Tratado de hidrología aplicada. Ed. Técnicos Asociados SA.
- Salgado, H., L. Génova, A. Paolini, M. Navarro Dujmovich y C. Villate. 2000. Detección de la humedad superficial del suelo con imágenes de microondas satelitarias y modelos hidrológicos. VI Cong. Arg. de Ingeniería Rural, realizado en Buenos Aires los días 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-ROM, Area 2 Manejo de Suelos y Aguas, Trabajo MSA-4-16.
- Tucci, C. E. 1993. Hidrología: Ciencia e aplicacao. Ed. de Universidade/UFDRGS. Porto Alegre. RF de Brasil. ISBN 85-7025-298-6.
- Tucci, C. E. 1998. Modelos Hidrológicos. Ed. de Universidade/UFDRGS. Porto Alegre. Rep. Fed. de Brasil. ISBN 85-7025-445-8 .
- Water Resources Management. An International Journal. Published for the European Water Resources Association (EWRA). Kluwer Academic Publishers. Dordrech. Boston. Londom Linsley, R., M. Kohler y J. Paulus. 1977. Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill.

### c) Sobre temas de Riego.

- Aguilera Martínez, M. y R. Martínez Elizondo. 1983. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Andreau, R. H. y L. J. Génova. 2005. Cultivo de *Capsicum annuum L. var. grossum* bajo cubierta plástica utilizando dos técnicas de cultivo: en suelo y sin suelo. Libro de Resúmenes del XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, trabajo H 171, pp 236. Neuquen. 6 al 8 de Septiembre de 2005.
- Andreau, R. H. y L. J. Génova. 2005. Coeficientes de cultivo de *Capsicum annuum L. var. grossum* realizado bajo cobertura plástica en La Plata, Argentina. Libro de Resúmenes del XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, trabajo H 172, pp 237. Neuquen. 6 al 8 de Septiembre de 2005.
- Andreau, R; M. Etcheverry; W. Chale y L. Génova. 2007. Estimación y medición del coeficiente de cultivo del pimiento (*Capsicum annuum L. Var. Grossum*) producido bajo cubierta plástica en La Plata. Libro de resúmenes del 30° Congreso Argentino de Horticultura y 1° Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos, pp 104. La Plata, 25-28 de setiembre de 2007.
- Ayers, y Westcott. 1979. Calidad de agua para la agricultura. Serie RyD N° 29 bis. FAO. Roma.
- Baver, L. 1959. Soil physics. Ed. J. Wiley & Sons. New York.
- Bernardo, S. 1995. Manual de Irrigacao. ED. Univ. Federal de Vicosa. Minas Gerais.
- Burt, Ch. 1995. The surface irrigation manual: a comprehensive guide to desing and operation of surface irrigation systems. Waterman Industries Publication.
- Burt, Ch. y S. Styles. 1999. Drip and microirrigation for trees, vines and row crops. Design and management with special sections on SDI. Irrigation Training and Research Center (ITRC). California Polytechnic State University. San Luis Obispo. California. USA. ISBN 0-9643634-2-9.



- Chale, W; M. Etcheverry; L. Génova y R. Andreau. 2008. Evaluación de la aplicación de  $\text{NO}_3\text{Ca}$  foliar sobre el rendimiento de lechuga cultivada en NFT bajo cubierta plástica en La Plata. Libro de Resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura pp. 95 Mar del Plata 30 de Septiembre al 3 de Octubre de 2008 ISBN 978-987-98712-4-1
- Cuenca, R. 1998. Irrigation System Design. Ed. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Chambouleyron, J. 1999. Manual de Riego y Drenaje. Tomos I y II. Cuarta edición revisada. Mendoza.
- Devlin, R. 1982. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona.
- Días, H., E. Soza, M. Tourn, N. Román y L. Génova. 1999. Importancia de la determinación del contenido de humedad del suelo en el cultivo de maíz bajo riego suplementario. Memorias del III Congreso Chileno de Ingeniería Agrícola. Vol. II. Comisión Riego y Drenaje. Trabajo 085. Chillán, Chile. Mayo 12-14 de 1999.
- Días, H, E. Soza, A. Paolini, N. Moriones y L. Génova. 2.000. Calibración de un resistenciómetro para estimar la humedad del suelo Hapludol bajo riego complementario. Presentado en el VI Congreso Argentino de Ingeniería Rural, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, del 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-Rom, trabajo MSA-4-21, Area Manejo de Suelos y Aguas.
- Días, H; E. Soza, L. Génova y H. Salgado. 2003. Caracterización de la infiltración instantánea y determinación de la infiltración acumulada ante diferente laboreo del suelo. Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Trabajo 4-13. Balcarce, 7 a 9 de mayo de 2003.
- Días, H; E. Soza; L. Génova y A. Landini. 2004. Caracterización de la infiltración acumulada y de la tasa de infiltración ante diferente laboreo de suelo. Revista Facultad de Agronomía, 24 (3):169-175. Buenos Aires.
- Días, H.; E. Soza; D. Agnes; L. Génova. 2006. Efecto de los sistemas de labranza en el proceso de infiltración del agua en el suelo y su importancia hidrológica. Revista: Contribuciones a la Geodesia Aplicada. Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas, Facultad de Ingeniería, UBA. Noviembre 2006, 31-38. ISSN 1850-471X.
- Domínguez García-Tejero, F. 1992. El riego, su implantación y sus técnicas. Ed. Dossat.
- Dominguez Vivancos, C. 1993. Fertirrigación. Ed. MundiPrensa. Madrid
- Donen, L. y D. Westcot 1984. Irrigation practice and water management. Serie RyD N° 1. Rev 1. Ed. FAO. Roma.
- Doorenbos, J. y W. Pruitt. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Serie RyD N° 24 Ed. FAO. Roma.
- Doorenbos, J. y A. Kassam. 1979. Yield response to watert. Serie R y D N° 33. Ed. FAO. Roma.
- Evapotranspiration and Irrigation scheduling . 1996. .ISBN: 0 – 929355 – 82 - 2 .
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Irrigation and drainage papers. Ed. FAO. Roma.
- Forsythe, W. 1975. Física de suelos. IICA. Manual de Laboratorio. Ed. IICA. San José de Costa Rica.



- Gavande, S. 1982. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Ed. Limusa-Wiley. México.
- Génova, L. 1983. Respuesta del cultivo de papa a niveles de humedad del suelo en dos etapas fenológicas y al nitrógeno aplicado. Ciencia del suelo 1:2:165-171. Buenos Aires.  
Génova, L. y E. Palacios Vélez. 1985. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a niveles de humedad del suelo en dos etapas fenológicas y a la fertilización nitrogenada. Agrociencia N°59:55-70 pp. México.
- Génova, L. 1986. Relaciones funcionales entre el consumo de agua, área foliar y rendimiento del cultivo de papa. Ciencia del suelo 4:1:27-37. Buenos Aires..
- Génova, L. 1986. Cantidad y oportunidad de riego. Boletín de divulgación técnica Año 1 N°1. Facultad de Agronomía de la UNLP. 7:22 pp. La Plata.
- Génova, L. 1989. Riego complementario. Boletín de la Sociedad Rural Argentina. Año XXX N° 600, 20:21 pp. Buenos Aires.
- Génova, L. 1990. Riego complementario en el norte de Buenos Aires: bases para prevenir la degradación de suelos. Documento del Proyecto FAO/GCP/RLA/084/JPN presentado en el Taller organizado por la FAO y el Programa Nacional de Drenaje de Tierras del Perú PRONADRET, en Chiclayo, Perú..
- Génova, L. 1991. El riego complementario de maíz en el sudeste bonaerense. Actas de las Terceras Jornadas de Actualización Profesional sobre el cultivo del maíz, organizadas por la Facultad de Cs. Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata y la EEA INTA Balcarce. Mar del Plata.
- Génova, L. 1991. Riego por aspersión: posibilidades económicas actuales. Revista Agromercado. Año 5 N° 58, pp 14:17. Buenos Aires.
- Génova, L. 1992. Evaluación del impacto del riego complementario con aguas bicarbonatadas sódicas en los suelos del norte de la Pcia. de Buenos Aires. Actas del V Congreso Nacional de Maíz '92 y II Reunión Suramericana. Capítulo II 86:89 pp. Octubre de 1992. Pergamino.
- Génova, L. 1993. Estudio de la degradación de suelos bajo riego complementario de cultivos extensivos con aguas subterráneas del acuífero Pampeano en el norte de Buenos Aires. XIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. 347:348 pp. Octubre de 1993. Mendoza.
- Génova, L. 1994. Riego complementario de maíz, soja y trigo en el norte de Buenos Aires: efectos de la salinidad de las aguas subterráneas en los suelos y su influencia en los rendimientos. Actas del Primer Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Patrocinado por la FAO, la American Society of Agricultural Engineers ASAE y el CONICYT Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Chile. Univ. de Concepción, Chile.
- Génova, L. 1994. Riego complementario del cultivo de maíz: análisis comparativo de costos totales de riego de cinco tipos de equipamiento. Actas del Primer Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Patrocinado por la FAO, la American Society of Agricultural Engineers ASAE y el CONICYT Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Chile. Universidad de Concepción, Chile.



- Génova et al. 1994. Documento de informe final del Proyecto Riego Complementario de cultivos extensivos en el norte de la Pcia. de Buenos Aires. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP.
- Génova, L. 1994. Diseño, operación y evaluación de riego complementario por surcos, en terrenos no nivelados de la región norpampeana. Actas del Congreso Internacional de Ingeniería Rural y III Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Morón, Pcia. de Buenos Aires, 11 al 15 de julio de 1994.
- Génova, L. 1995. Riego complementario de cultivos extensivos: pautas para su adopción. Revista Procampo, Año IV, N° 24:8-12. Buenos Aires.
- Génova, L., J. E. Marassi y R. Andreau. 1995. Mejoramiento de las eficiencias de aplicación y almacenaje del riego del alcaucil por surcos, en suelos no nivelados. Actas del XXII Congreso Nacional de Horticultura. Pág. 44. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. 11 al 14 de setiembre de 1995.
- Génova, L. 1996. Arroz en la Pampa Deprimida bonaerense. I+D. Investigación y desarrollo. Año II: 5:39-41. Noviembre de 1996. SECYT- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Génova, L. 1998. Cultivo de arroz en la comarca del Salado-Vallimanca: la alternativa agrícola para el desarrollo de la Pampa Deprimida, Pcia. de Buenos Aires. En Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Balbuena, Benez y Jorajuría Editores. Editorial UNLP. Páginas 416-422. Noviembre de 1998. La Plata.
- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 1998. Optimización de la operación de riego complementario de cultivos extensivos en el Norte de Buenos Aires. En CD-Rom CLIR'98. Avances en el manejo del suelo y agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Topografía, aguas y suelos. ISBN N° 950-34-0124-0. Balbuena, Benez y Jorajuría editores. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural CLIR '98. La Plata.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Aprovechamiento de suelos y aguas superficiales de Chascomús para la producción de arroz. Comisión IV. Trabajo n°31. Resumen en Actas del XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Trabajo completo en CD ROM. Mar del Plata, 11-14 de abril de 2000.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Uso del agua superficial de Gral. Alvear (Bs. Aires) para la producción de arroz. Resumen expandido publicado en las Memorias del XVIII Cong. Nac. del Agua, Comisión Riego y Drenaje, 119-120 pp y trabajo completo en CDROM. ISBN 987-99083-4-1 (libro y CDROM). Termas del Río Hondo, Sgo. del Estero, 12-16 junio de 2000.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Aprovechamiento de suelos y aguas superficiales de Chascomús para la producción de arroz. Actas de las Primeras jornadas de investigación y extensión de la Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Nac. de La Plata. 24 y 25 de agosto de 2000. pp 44:45
- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 2000. Optimización de la operación de riego complementario de cultivos extensivos en el Norte de Buenos Aires. Actas de las 1ras. jornadas de investigación y extensión de la Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Nac. de La Plata. 24-25 de agosto, 2000. pp 41-42.
- Génova, L., H. Salgado y M. Etcheverry. 2000. Necesidades de riego del cultivo de arroz en la Pcia. de Buenos Aires. VI Congreso Argentino de Ingeniería Rural,



realizado en Buenos Aires los días 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-ROM, Area 2 Manejo de Suelos y Aguas, Trabajo MSA-4-23.

- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 2000. Optimización del uso del agua y suelos en el riego complementario de maíz, soja y trigo en el Norte bonaerense. Abstracts de la 11th. International Soil Conservation Organization Conference. ISCO 2000. "Land conservation and food production in the third millenium". Trabajo 2-72. Pág. 175. Octubre 22 al 27 de 2000. Buenos Aires.
- Génova, L., H. Salgado y A. Paolini. 2000. Estimación de la humedad de suelos pampeanos mediante modelos hidrológicos e imágenes satelitarias. Abstracts de la 11th. International Soil Conservation Organization Conference. ISCO 2000. "Land conservation and food production in the third millenium". Trabajo 1-93. Pág. 53. Octubre 22 al 27 de 2000. Buenos Aires.
- Génova, L.; J. E. Marassi, O. Maiola y W. Chale. 2001. Recuperación de suelos sódicos mediante el cultivo de arroz de clima templado, regado con aguas superficiales. Memorias del IV Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola CIACH 2001. 9 a 11 de mayo de 2001 en Chillán, Chile.
- Génova, L. 2001. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo agronómico de cultivos extensivos bajo riego complementario, con aguas bicarbonatadas sódicas, en cuencas de la Pampa Húmeda, caracterizando la resiliencia del suelo a la degradación salina. Actas de resúmenes del Seminario Internacional de Manejo Integrado de Cuencas Hídricas, 89-90 pp. Trabajo completo en CD-Rom SIMICH, 8 pp. Rosario, 8 al 11 de octubre de 2001.
- Génova, L. 2002. Resistencia y resiliencia de seis Argiudoles pampeanos a las degradaciones salina y sódica, regados complementariamente con agua subterránea. Resúmenes del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Comisión IV Manejo y conservación de suelos y aguas, riego y drenaje, pág. 88. Trabajo presentado oralmente y publicado completo en CD-Rom. Puerto Madryn, 16 al 19 de abril de 2002.
- Génova, L.; J. H. E. Días y E. L. Soza. 2003. Diseño de melgas rectangulares para riego de cultivos forrajeros en suelos con distinto laboreo, basados en modelos de infiltración. Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Trabajo 4-2. Balcarce, 7 a 9 de mayo de 2003.
- Génova, L. 2003. Sustentabilidad de agroecosistemas bajo riego en la Pampa Húmeda Argentina. 1er Congreso Internacional de Agroecología. Porto Alegre. Brasil, 18 al 21 de noviembre de 2003.
- Génova, L. 2003. Resistencia y resiliencia de suelos pampeanos a la degradación salina y sódica, disturbados por riego complementario. Revista Facultad de Agronomía. 23 (2-3) 119:130. Buenos Aires.
- Génova, L. 2004. Salinidad y sodicidad edáfica de agroecosistemas regados complementariamente en el centro y sur de la Provincia de Buenos Aires. Resúmenes del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Comisión 4, pp. 343. Trabajo completo en CD-ROM. Paraná, 22-25 de junio de 2004. 6 pp.
- Génova, L. 2005. Resistencia y resiliencia edáfica a la degradación salina y sódica en agroecosistemas regados complementariamente en la Pampa Húmeda argentina. Resúmenes del II Cong. Intern. de Riego y Drenaje, pág 41. Trabajo completo en CD-ROM. La Habana, Cuba. Octubre 25-29 de 2005.



- Génova, L. 2005. Sostenibilidad de agroecosistemas pampeanos regados complementariamente. En Avances en Ingeniería Agrícola 2003-2005, Barbosa, O. Editor. ISBN 987-05-0140-0. Capítulo Manejo de aguas y suelos, páginas 213 a 218. Villa Mercedes, San Luis.
- Génova, L. 2006. Compromete el riego complementario la sustentabilidad de los sistemas de producción de cultivos extensivos en la Pampa Húmeda ? Revista del Riego N° 39 Enero-febrero 2006, 30-31 pp. Buenos Aires.
- Génova, L. 2006. Salinidad y sodicidad de suelos regados complementariamente en la región pampeana. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. Mendoza, agosto 10 y 11 de 2006. Aula Magna de la Fac. de Cs. Agrarias, Univ. Nacional de Cuyo. Public. Pág. Web [http:// www.inta.gov.ar/mendoza/Jornadas](http://www.inta.gov.ar/mendoza/Jornadas).
- Génova, L. 2006. Resistencia y resiliencia salina y sódica de cuatro Argiudoles norpampeanos regados complementariamente. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y Primera Reunión de Suelos de la Región Andina. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Pág. 460. Trabajo completo en CD-ROM. Salta-Jujuy. Setiembre de 2006.
- Génova, Leopoldo; Eduardo Soza; Marta Etcheverry; Walter Chale y Ricardo Andreau. 2006. Diagnóstico y pronóstico de la salinidad de dos Molisoles regados complementariamente. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y Primera Reunión de Suelos de la Región Andina. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Pág. 378. Trabajo completo en CD-ROM. Salta-Jujuy. Setiembre de 2006.
- Génova, L. 2007. Resiliencia a la degradación salina y sódica de algunos suelos pampeanos, regados complementariamente con aguas subterráneas bicarbonatadas sódicas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Director: Dr. Mario A. Hernández. Codirector: Dr. Daniel Jorajuría Collazo. 195 pp y anexos.
- Génova, L; E. Soza; R. Andreau; M. Etcheverry y W. Chale. 2007. Impacto del riego complementario en la salinidad y sodicidad de suelos pampeanos. En Avances en Ingeniería rural 2005-2007. Capítulo II. Manejo de agua y suelo. Pág. 286-293. Editores responsables M. Bocco y J. Cosiansi. ISBN 978-987-1253-29-6. Ed. SIMA. Córdoba.
- Génova, L; E. Soza; R. Andreau; M. Etcheverry y W. Chale. 2007. Impacto del riego complementario en la salinidad y sodicidad de suelos pampeanos. Libro de resúmenes II-97. IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del Mercosur, 19 al 21 de setiembre de 2007. Córdoba.
- Génova L., Soza E., Andreau R., Etcheverry M., Chale, W. 2008. Resistencia y resiliencia de molisoles pampeanos regados complementariamente y su relación con la capacidad de intercambio catiónico. Actas del XXI Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Resumen Pág. 405. Trabajo completo en CD-ROM. Potrero de Funes, San Luis. Mayo 13 a 16, 2008.
- Génova, L; M. Benigni; R. Andreau; W. Chale y M. Etcheverry. 2008. Lavado de suelos halomórficos norpatagónicos por aspersión para la instalación de cultivos de ajo y cebolla. Libro de Resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura pp. 487 Mar del Plata 30 de Septiembre al 3 de Octubre de 2008 ISBN 978-987-98712-4-1.



- Génova, L. 2009. Sustentabilidad de agroecosistemas pampeanos bajo riego complementario. Revisión de 20 años. Libro de Resúmenes del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR. CADIR 2009, pág. 180. ISBN 978-950-673-748-1. Rosario, 1 a 4 de septiembre de 2009.
- Génova, L. 2009. Sustentabilidad de agroecosistemas pampeanos bajo riego complementario. Revisión de 20 años. Avances en Ingeniería Rural 2007-2009. Capítulo 2. Suelos, agua y medio ambiente, 579-586 pp. Editores responsables N. Di Leo, S. Montico y G. Nardón. CD Rom ISBN 978-950-673-752-8. Rosario, Santa Fe, Argentina. Septiembre de 2009.
- Génova, L; Andreau, R; Chale, W y Marta Etcheverry. 2009. Aprovechamiento de aguas lacustres de Chascomus, Pcia. de Buenos Aires, para riego de hortalizas. Libro de resúmenes del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Sección horticultura, HT 47, pág. 419. Trabajo completo. Salta, 23 al 26 de septiembre de 2009.
- Grassi, C. 1996. Diseño y operación del riego por superficie. Serie Riego y Drenaje RD 36. CIDIAT. Mérida. Venezuela. ISBN 980 - 292 - 693 - 0
- Grassi, C. 1998. Fundamentos del riego. Serie Riego y Drenaje RD 38. CIDIAT. Mérida. Venezuela.
- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Ed. IICA. Costa Rica.
- Gurovich, L. 1999. Riego superficial tecnificado. Ed. Alfaomega.
- Hillel, D. 1971. Soil and water. Physical principles and processes. Ed. Acad.Press. New York.
- Hillel, D. 1980. Applications of soil physics. Ed. Academic Press. New York.
- International Irrigation Management Institute (IIMI). The short report series on locally managed irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Colombo. Sri Lanka.
- Israelsen, O. y V. Hansen. 1979. Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverté. Barcelona.
- Jensen, M., R. Burman y R. Allen. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE Manual and reports on engineering practice N° 70
- Keller, J. y R. Blietsner. 1990. Sprinkle and trickle irrigation Published by Chapman & Hall, New York.
- Kramer, P. 1987. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Ed. Edutex SA México
- Malano, H. y P. van Hofwegen. 1999. Management of Irrigation and Drainage Systems. A Service Approach. Edit A. Balkema. Rotterdam, The Netherlands.
- Marassi, J. E. y L. Génova. 1989. Comportamiento de cultivares de arroz criorresistentes a niveles de humedad del suelo. Actas del XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes.
- Martín de Santa Olalla y Mañas, F. y J. De Juan Valero. 1993. Agronomía del riego. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mirábile, C; L. Génova y J. Monteolone. 2006. Taller de Hidrología. Facultad de Cs. Agrarias de la UNCuyo e INA. Mendoza, 17 de noviembre de 2006.
- Mirábile, C; L. Génova y J. Monteolone. 2007. Validación del modelo Balansal en suelos con riego complementario en la Pampa Húmeda. Comisión Riego y Drenaje. Congreso Nacional del Agua 2007. Tucumán, 15 al 18 de mayo de 2007. 16 pp.



- Mirábile, Carlos; Leopoldo Génova; Julieta Monteleone; Luis Fornero, Graciela Fasciolo y Marta Núñez. 2007. Validación del modelo hídrico-salino Balansal en suelos de la Pampa Húmeda, cultivados con riego complementario. IT N° 42. CRA. Informe técnico interno. Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Andino. Mendoza. 42 pp.
- Nakayama, F. y D. Bucks. 1986. Trickle irrigation for crop production: design, operation and management. Ed. Elsevier. New York.
- Pizarro, F. 1980. Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (goteo - microaspersión - exudación). Ed. Mundiprensa. Madrid. ISBN 84 - 7114 - 610 - X
- Rodrigo Lopez, J; Hernández Abreu, Pérez Regalado y González Hernández. 1997. Riego localizado. (2da ed.) Regadíos Center Ed. Mundiprensa. Madrid. ISBN: 84 -7114 -677 - 0
- Rosenfeld, B., H. Días y L. Génova. 2000. Avances operativos del Sistema de riego ecológico autónomo. Avances en Ingeniería Agrícola 1998-2000. Area 2 Manejo de suelos y aguas. Pág. 399-404. ISBN 959-29-0593-8. Ed. Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Russell, J. y W. Russell. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Ed. Aguilar. Madrid.
- Sagardoy, J. A; A. Botrall y G. Uittenbogaard. 1986. Organization, operation and maintenance of irrigation schemes. FAO Irrigation and Drainage Paper 40. Roma.
- Salgado, H, A. Hauviller y L. Génova. 1990. Estimación de la evapotranspiración para proyectos de riego. Primer Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Buenos Aires.
- Salgado, H., L. Génova, S. M. Zabala y J. Nielsen. 2000. Soil moisture estimation with SAR-PRI-ERS images. Presentado en la Water Commission del ERS-Envisat Symposium, organizado por la ESA European Space Agency, realizado en Gothemburg, Suecia, entre el 16 y el 20 de octubre de 2000. Annoucement of opportunity project 130.
- Salgado, H, L. Génova, B. Brisco y M. Bernier. 2001. Surface soil moisture estimation in Argentina using Radarsat-1 Imagery. Canadian Journal of Remote Sensing. 27:6:685-690.
- Soza, E; D. Agnes; H. Días; L. Génova; D. Martínez y A. Landini. 2008. Infiltración del agua en suelo natural y con disrupción por casquetes. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Resumen Pág. 295. Trabajo completo en CD-ROM. Potrero de Funes, San Luis. 13 a 16 de Mayo de 2008.
- Slavík, B. 1974. Methods of studing plant water relations. En Ecological studies 9 Jacobs et al editors. Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague. Ed. Chapman & Hall Limited, London.
- Stewart, B. y D. Nielsen editores. 1990. Irrigation of agricultural crops. Monograph 30. American Society of Agronomy.
- Tarjuelo Martín-Benito, J. 1994. El riego por aspersion y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.



- Tschapek, M. 1966. El agua en el suelo. CSIC. Madrid.
- Walker, Wynn. R. y Gaylord. V. Scogerboe. 1987. Surface Irrigation. Theory and Practice.(Utah State University). Ed. Prentice HALL, INC Englewood Cliffs, New Jersey 07632. ISBN: 0 - 13 877929 - 5 025

#### d) Sobre temas de Drenaje

- Cabral, M, J. Ceci y L. Génova. 1993-1995. Estudios del riesgo hídrico en los Partidos de 25 de Mayo, Saladillo, R. Perez y Gral. Belgrano, Pcia. de Buenos Aires. UNDP. CODESA.
- De la Peña, I. 1981. Principios y solución de drenaje parcelario. Bol. Téc. 15. UACH. Chapingo.
- Dieleman, P. y B. Trafford. 1976. Ensayos de drenaje. Est. FAO Riego y Drenaje N°28 Roma.
- Drainage Principles and Applications. 1994. H. Ritzema editor in chief. ILRI Publication 16 (Second edition completely revised) ISBN 90-70754 3 39. ILRI Wageningen. The Netherlands.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Irrigation and drainage papers. Ed. FAO. Roma.
- Irrigation and Drainage Systems. An International Journal. M. G.Bos editor in chief. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- International Institute for Land Reclamation and Improvement. 1973. Drainage: principles and applications. Wageningen.
- Luque, J.A. et al. 1991. Drenaje agrícola y desague de áreas inundadas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Luthin, J. 1984. Drenaje de tierras agrícolas. Ed. Limusa. México.
- Naciones Unidas. 1977. Directrices para la prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Recursos naturales / Serie del agua N°5. N. York.
- Palacios Vélez, O. 1983. Apuntes sobre algunos problemas de drenaje y ensalitramiento de terrenos agrícolas. Rama de Riego y Drenaje. Serie N ° 14. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola .Española. Madrid.
- Richards. L. Editor. US Salinity Lab. Staff. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.
- Segundo Curso Nacional de Drenaje de Tierras Agrícolas. 1989. Convenio Perú-Holanda. CENDRET- Wageningen. Universidad Agraria La Molina. Lima.
- USDA. 1991. Soil Conservation Service. National Engineering Handbook. Section 16: Drainage of agricultural land. USDA. Washington.
- Van Schilfgaarde, J. (ed). 1984. Drainage for agriculture. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin





#### e) Series que abarcan varios temas:

- Boletines técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos de México.
- FAO Irrigation and drainage papers. Numbers 24, 25, 27, 29, 33, 35, 36. Ed. FAO, Roma.
- Irrigation and Drainage Systems. An International Journal. M. G.Bos editor in chief. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Irrigation water management. Training manuals numbers 4 and 5. Ed. FAO. Roma.
- Transactions of the ASAE. Soil and water section. Irrig. engineering. ISSN 001-2351.
- Water Resources Management. Kluwer Academics Publishers

### 5. METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA.

Los encuentros con los alumnos serán teórico-prácticos, abordando la totalidad de ejes temáticos correspondientes a las unidades de aprendizaje.

Los encuentros teórico-prácticos incluirán la utilización de técnicas de enseñanza tradicionales (exposiciones y explicaciones breves), de doble vía (diálogo, interrogación, demostración, ejemplificación) y grupales (conversación, discusión grupal, estudio dirigido).

Al cierre de cada unidad de aprendizaje se presentarán situaciones inéditas que, apoyándose en la problemática de dichas unidades, permitirán al alumnado la transferencia del aprendizaje.

Durante el desarrollo de cada período lectivo se permitirá a los grupos de alumnos proponer tres o cuatro temas de interés correspondientes a la estructura curricular de la asignatura, para abordar investigaciones menores (enunciado de problemas y soluciones pertinentes), como actividades preparatorias a la elección de módulos de aprendizaje en el ciclo de intensificación.

Los encuentros teórico-prácticos deben asegurar la ejecución de los trabajos prácticos dispuestos para todo el plan.

El equipo docente debe cumplir el rol de guía y orientador durante el abordaje de las investigaciones seleccionadas por los grupos de alumnos.

El equipo docente debe orientar a los alumnos para el diseño de pequeños proyectos relacionados con los intereses planteados por los grupos de estudiantes.

Los temas de interés presentados por el equipo docente, dejando espacio a las propuestas de los alumnos, tienen el objetivo de iniciar en los alumnos el proceso de selección de temáticas a abordar en el ciclo de intensificación. Relacionados con las unidades de aprendizaje, son :



#### Unidad 1.

- a. Propuesta de problemáticas resueltas y sin resolver en el campo de los sistemas de riego y drenaje y de la hidrología agrícola aplicada a la producción agraria.
- b. Relevamiento de recursos hídricos existentes en zonas de interés, su aprovechamiento y conservación.

#### Unidad 2.

- a. Aplicaciones del balance hídrico a nivel de cuenca y a nivel de parcela cultivada.
- b. Búsqueda, generación y uso de la información sobre los elementos del ciclo hidrológico en riego y drenaje.

#### Unidad 3.

- a. Relevamiento de situaciones en que sea necesario caracterizar corrientes líquidas con el apoyo de la hidráulica.
- b. Propuesta de ubicación y definición de características de flujos de agua susceptibles de ser aforados.
- c. Creación y análisis de sistemas de conducción forzada adecuados a la producción agrícola y forestal.

#### Unidad 4.

- a. Impacto de la relación agua-suelo en las actividades agropecuarias y forestales. Casos de déficit y excesos hídricos.
- b. Cantidad de agua expresada en lámina: síntesis de información para el manejo del riego y del drenaje.
- c. El agua como condicionante de la producción vegetal.

#### Unidad 5.

- a. Riego complementario: análisis de la factibilidad técnica y económica según fuente de agua, tipo y uso del equipamiento.
- b. Aceptación de la validez puntual de las clasificaciones de la aptitud del agua para riego.
- c. Jerarquización de los factores que inciden en la selección de métodos de riego.
- d. Evaluación de los condicionantes para la sistematización de tierras para riego integral y complementario.
- e. Justificación técnica y económica de la recuperación de suelos salinos, alcalinos y salino-sódicos.
- f. Necesidad de determinación de eficiencias en riego como elemento de diagnóstico para el mejoramiento de los sistemas regados, el ahorro de agua, energía y nutrientes y el control de la degradación de suelos por ascenso freático y salinidad.

#### Unidad 6.

- a. Propuesta de selección y adaptación de sistemas de surcos y melgas a condiciones dadas del terreno, de cultivo, de la fuente y calidad de agua y de recursos económicos y humanos.
- b. Análisis económicos de actividades productivas bajo riego por superficie, para definir rentabilidades de proyectos.



#### Unidad 7.

- Propuesta de selección y adaptación de sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo.
- Análisis económicos de actividades productivas bajo riego presurizado, como base para seleccionar tipos de equipamiento.

#### Unidad 8.

- Relaciones entre el agua superficial y el agua subterránea.
- Participación del agua subterránea en el ciclo hidrológico y balances hídricos a nivel de cuenca hídrica.
- Impacto de la dinámica freática en los oasis regados de zonas áridas y en áreas de llanura de zonas húmedas.
- Explotación del agua subterránea: relaciones con la economía productiva, la sanidad poblacional y la contaminación ambiental.
- Relevamiento y jerarquización de las causas que determinan la necesidad de drenaje en zonas agroproductivas.
- Importancia de las medidas preventivas previas a las correctivas en áreas donde se presentan excesos hídricos.
- Los mapas de riesgo hídrico como herramienta para la planificación territorial, la asignación de recursos y la estimación de ingresos.
- Análisis de la evolución prevista de un área agroproductiva para condiciones con y sin proyecto de drenaje, como base para el cálculo de beneficios directos de proyectos de drenaje.

### 6. CARGA HORARIA DISCRIMINADA POR ACTIVIDAD CURRICULAR

Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total horas
	Aula	Laboratorio, gabinete de computación u otros.	Campo	
Desarrollo teórico de contenidos	Conti	Est. Exp. FCAyF		32
Ejercitación práctica	Conti	Est. Exp. FCAyF	Establec. privados	43
Proyectos	Conti			5
Prácticas de intervención profesional				
Total				80



## 7. MATERIALES DIDACTICOS.

- Proyector de imágenes (Cañon) para todas las clases áulicas.
- Proyector de filminas
- Mapas, planos, fotos y láminas.
- Documentos de apoyo didáctico. Guías de TP y folletería.
- Canaleta hidráulica, bombas, transmisiones, dispositivos de aforo, tramos de tuberías, aspersores, emisores de goteo, acoples, accesorios de redes de tuberías.
- Bibliografía específica del curso ( disponible en su biblioteca).

Espacios físicos a utilizar

AULAS	OTROS ESPACIOS
Conti y Pampa	Desarrollo de actividades prácticas en la Estación Experimental de Los Hornos y establecimientos hortícolas de la zona.

## 8. ACTIVIDADES PRACTICAS DE LOS ALUMNOS.

Los alumnos realizarán dos tipos de actividades prácticas, una en el aula, laboratorio o campo experimental, en forma individual y grupal, con la guía del personal docente, durante el desarrollo de la clase, abordando las unidades de aprendizaje cuyos temas a continuación se consignan y la otra, parte en clase y parte fuera de ella, en forma individual u organizados en comisiones, para trabajar sobre los intereses elegidos y propuestos por ellos mismos.

Las unidades a desarrollar en las clases obligatorias son:

Unidad 1. Hidrología agrícola. Análisis de los componentes del ciclo hidrológico. Aplicación de metodologías para la medición y estimación de la precipitación efectiva y la evapotranspiración.

Unidad 2. Hidrología agrícola. Aplicación de metodologías para la medición y estimación del escurrimiento y la infiltración.

Unidad 3. Hidráulica aplicada. Presión hidrostática. Principios de conservación de la masa y de la energía. Pérdidas de carga: medición y estimación mediante modelos matemáticos.

Unidad 4. Hidrometría. Medición de caudales en cauces naturales, acequias, canales, drenes y cañerías. Utilización de instrumental y estructuras aforadoras.

Unidad 5. Circulación de agua por canales, acequias, drenes y tuberías. Diseño de canales pequeños y acequias. Sistemas de captación y de bombeo. Criterios de



selección de bombas centrífugas. Cálculo de la potencia requerida por sistemas de bombeo.

Unidad 6. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Contenidos hídricos referenciales. Medición y estimación de la humedad y la densidad aparente del suelo. Potencial de agua. Curvas de capacidad hídrica. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Umbral de riego. Cálculo de lámina e intervalo de riego. Programas operativos de riego.

Unidad 7. Riego. Oferta y demanda hídrica. Metodologías para evaluar la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Evaluación de la calidad del agua para riego. Tolerancia salina de los cultivos. Requerimientos de lixiviación. Evaluación de las eficiencias de riego. Elaboración de curvas de demanda.

Unidad 8. Métodos de riego gravitacionales. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego gravitacionales (surcos, amelgas y taipas arroceras).

Unidad 9. Métodos de riego por aspersion. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego por aspersion (equipos de movimiento periódico y continuo). Ventajas, desventajas y costos de los sistemas de riego. Criterios de selección.

Unidad 10. Métodos de riego localizado. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego por goteo y microaspersion. Fertirrigación.

Unidad 11. Drenaje agrícola. Drenaje en zonas áridas y húmedas. Causas que originan los problemas de drenaje. Caracterización de la dinámica freática para la prevención y control de excesos hídricos. Cartografía y sistemas de información geográfica. Estimación de dotaciones de drenaje.

Unidad 12. Drenaje agrícola. Diseño, operación, conservación y evaluación de sistemas de drenaje. Redes de drenaje zonal y parcelario. Recuperación y manejo de suelos halomórficos. Hidromejoramiento.

## **9. EVALUACIÓN DEL CURSO**

Los alumnos acreditarán la asignatura optando entre tres regímenes de promoción, a su elección:

9.1. Promoción como alumno regular sin examen final. Los requisitos son:

- Asistir al 85 % de las clases teóricas, prácticas y teórico-prácticas realizadas.
- Aprobar con 7 (siete) puntos el 100% de los contenidos desarrollados en las 24 clases programadas, con la administración de dos pruebas parciales escritas.
- El seguimiento continuo del cumplimiento en cantidad y calidad de las actividades del alumno y de los resultados logrados, aportarán información



válida para su calificación. Se solicitará a los alumnos la resolución de breves cuestionarios al finalizar las clases, la redacción de ensayos, la búsqueda y redacción de resúmenes de material bibliográfico, la identificación de centros de interés y su tratamiento que implique una investigación y la aplicación de metodologías científicas y tecnológicas.

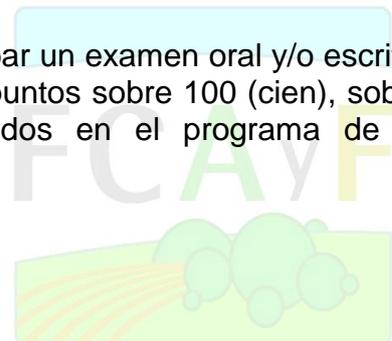
- Cuando el alumno obtenga una calificación igual o superior de 4 (cuatro) puntos en cada evaluación parcial, tendrá derecho a recuperar, por única vez, cada una de ellas.
- Cuando el alumno obtenga en alguna de las dos evaluaciones escritas, una calificación inferior a 4 (cuatro) puntos, tendrá derecho a recuperar, pasando al régimen de promoción con examen final.

9.2. Promoción como alumno regular con examen final. Los requisitos son:

- Asistir al 85 % de las clases teóricas, prácticas y teórico-prácticas realizadas.
- Aprobar con 4 (cuatro) puntos, el 100% de los contenidos desarrollados en las 24 clases programadas, en las dos evaluaciones parciales escritas.
- Cuando el alumno obtenga una calificación inferior a 4 (cuatro) puntos en una o ambas evaluaciones parciales, tendrá derecho a recuperar, por única vez, cada una de ellas, siendo necesario alcanzar la calificación de 4 puntos o superior.
- Cuando la asistencia del alumno a las clases realizadas no alcance el 70%, o su rendimiento fuese calificado inferior a 4 (cuatro) puntos, perderá la regularidad del curso y deberá recurrir a la asignatura o rendirla en la condición de alumno libre.
- Los alumnos que habiendo cumplido con la asistencia y la aprobado las evaluaciones administradas, adeuden el examen final, podrán cursar las asignaturas correlativas siguientes de primer grado por el régimen de promoción sin examen final.
- Para acreditar la materia, los alumnos deberán aprobar un examen final, escrito, oral o una combinación de ambas formas, con 40 puntos sobre 100. Se interrogará sobre la totalidad de los contenidos temáticos enunciados en el programa de la asignatura, enfatizando su integración.

9.3. Promoción como alumno libre. Los requisitos son:

- Aprobar un examen escrito sobre los contenidos desarrollados en las clases prácticas y teórico-prácticas regulares del curso, con 70 (setenta) puntos sobre 100 (cien).
- Superado el examen escrito anterior, deberá aprobar un examen oral y/o escrito, o una combinación de ambos, con 40 (cuarenta) puntos sobre 100 (cien), sobre la totalidad de los contenidos temáticos incluidos en el programa de la asignatura.





## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

SEMANA	CONTENIDOS PREVISTOS
1	Evapotranspiración y precipitación efectiva
2	Infiltración y escurrimiento
3	Hidráulica e hidrodinámica.
4	Hidrometría
5	Nivelación. Canales y bombas.
6	Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera.
7	Oferta y demanda hídricas.
8	Riego gravitacional
9	Primer parcial
10	Riego por aspersión
11	Riego localizado y fertirrigación
	Recuperatorio primer parcial
12	Práctica de campo
13	Drenaje agrícola y forestal.
14	Viaje de estudios
15	Segundo parcial
16	Proyectos de Riego y Drenaje. Programas informáticos de riego
	Recuperatorio segundo parcial
	Recuperatorio flotante

