

**Agua y energía: Indicadores de diseño sustentable en el proceso de diseño arquitectónico.  
Experiencia en nivel 2**



Silvina Angiolini, Ana Pacharoni, Lisardo Jerez, Leandra Abadía, Pablo Ávalos, Nahuel Russo

**Resumen**

La crisis energética y los problemas de contaminación ambiental han originado una preocupación general por el uso indiscriminado de las energías no renovables y del agua potable. Esto genera la búsqueda de un modelo arquitectónico sustentable, a partir de las condicionantes climáticas del lugar, implementación de energías limpias y sistemas de ahorro, recuperación y reutilización de agua.

Los contenidos curriculares de la materia Instalaciones IA están transversalizados por un enfoque de responsabilidad ambiental cuyo objetivo es concientizar sobre el uso de recursos y evaluar técnicas alternativas para alcanzar la eficiencia de los edificios, basado en indicadores sustentables: energía y agua.

Se presenta el Ejercicio de Diseño de Nivel II FAUD –UNC, Casa + Trabajo, donde se articulan e integran conocimientos impartidos desde la materia al proyecto de Arquitectura 2; en base a dos ejes temáticos: Acondicionamiento Natural e Instalaciones Sanitarias.

Se concluye que la experiencia logra aportes significativos en la resolución tecnológica del diseño de las viviendas, a partir de las herramientas y estrategias pedagógicas implementadas. Los estudiantes aplican distintos recursos disponibles demostrando interés e inquietud y logrando la incorporación de conceptos fundamentales con muy buenos resultados.

Palabras clave: agua y energía, proceso diseño arquitectura, indicadores diseño sustentable

Keywords: water and energy, architecture design process, indicators sustainable design

## Introducción

El quehacer de los arquitectos implica el uso de recursos y su consecuente impacto en el ambiente que se mantiene en el tiempo. Agua y energía son hoy los indicadores presentes en cualquier norma o certificación de eficiencia energética y sustentabilidad en la edificación. Estos temas permiten la articulación e integración de los conocimientos profundizados desde la investigación, en el desarrollo de los trabajos de síntesis de nivel dos: vivienda.

Nuestros edificios consumen casi el 40% de la producción de energía no renovable nacional y el destino fundamental de este porcentaje es el acondicionamiento de los mismos. El uso de energía para acondicionamiento se destina para sacar el calor interior en verano generalmente ganado innecesariamente a través de las aberturas y para compensar las pérdidas en invierno.

El control de la radiación solar en un clima templado cálido como el de la ciudad de Córdoba es esencial para lograr el confort. Verificar su ingreso al interior de los ambientes en invierno y su obstrucción en verano, permite potenciar el acondicionamiento sustentable.

Lo mismo sucede con el uso y manejo del agua potable, actualmente se produce un desequilibrio en el consumo doméstico entre distintas regiones del mundo. Según datos obtenidos de las estadísticas realizadas por la empresa de suministro de agua de la ciudad de Córdoba, Aguas Cordobesas (2008), en Argentina (ciudad de Córdoba) tiene un consumo de 350 litros/persona/día, ubicándose entre los países con mayor consumo de agua.

El destino del consumo permite pensar una sustitución de hasta un 50% del agua potable que utilizamos por agua de lluvia según muestra la distribución del consumo de agua en viviendas. El régimen pluviométrico y las características del agua de lluvia en la ciudad de Córdoba permiten pensar en un retardo, acumulación y reutilización de dicho recurso. El mismo disminuiría la carga sobre los desagües pluviales urbanos, y reduciría a su vez los altos niveles de consumo en la población.

“Promover la discusión sobre el tema traerá la consecuente producción de legislación al respecto en post de una arquitectura responsable del manejo de los recursos.” (Angiolini et al 2016).

La compleja formación en el campo de nuestra profesión requiere la presencia de espacios curriculares de síntesis y de articulación de conocimientos. Para lograr aprendizajes significativos, a través de la integración de los conocimientos en el proceso de diseño, es fundamental la etapa de síntesis integradora, cuyo espacio está en las cátedras de síntesis: Arquitectura, una por cada nivel.

Desde la cátedra Instalaciones 1A entendemos a las instalaciones como una variable de la obra de arquitectura, no sólo indispensable para su buen funcionamiento, si no como una herramienta posibilitante que permite que la arquitectura sea más consciente y respetuosa con el entorno. El

manejo de los recursos como la energía, el agua potable, el agua de lluvia, y el gas constituyen indicadores claves tanto en las normas como en las certificaciones hacia una arquitectura sustentable. En Argentina contamos con las normas desarrolladas por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Las normas referidas a construcción son documentos que favorecen la promoción de edificios eficientes y establecen las condiciones mínimas que debe reunir un edificio con el fin de contribuir a la calidad de vida.

El consciente manejo de los recursos permite el uso y ahorro de agua, el reúso de aguas grises, el tratamiento responsable de aguas negras, la captación, almacenamiento y posterior uso de agua de lluvia. Como así también abren una puerta al uso de nuevas energías limpias como la energía solar como por ejemplo para el calentamiento de agua sanitaria. Todas estas nuevas posibilidades también demandan de su incorporación desde el proceso de diseño, para poder hacer un abordaje integral de la arquitectura y nos requieren de un diseño especial para cada caso.

Los temas de estudio e investigación por parte de la Cátedra agua y energía se corresponden a la temática del programa, lo que permite hacer una transferencia directa sobre la docencia. Considerar las estrategias de diseño que permiten ganar calor en invierno y no ganar en verano como el aprovechamiento del agua de lluvia y el uso racional del agua potable son uno algunos de los lineamientos del desarrollo sostenible que son incorporados a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### **Metodología de trabajo**

En relación al acondicionamiento durante el cursado de la asignatura se trabaja con las normas IRAM desde el conocimiento del clima del sitio donde se diseña y se tienen en cuenta las recomendaciones de diseño según la clasificación bioambiental.

La verificación del ingreso de radiación solar se obtiene mediante distintas metodologías que permiten verificar en los anteproyectos el comportamiento de los diseños de envolventes. La verificación del asoleamiento para las dos estaciones invierno y verano en locales de uso permanente como estar, comedor, dormitorios. Los resultados se los analizan desde múltiples enfoques no limitándose sólo a la verificación si no al diseño integral sobre el acondicionamiento incluyendo orientación, forma, porcentaje opaco transparente, materialidad, etc. El estudiante debe optar entre tres métodos para verificar el asoleamiento: 1) uso del instrumento Heliodón o Simulador de Trayectorias Solares, 2) simulación mediante el uso del Programa Sketchup, 3) mediante la determinación geométrica de la trayectoria del sol utilizando el diagrama de Proyección Cilíndrica. En todos los casos los estudiantes verifican el asoleamiento en invierno y en verano y elaboran conclusiones para cada situación en relación al cumplimiento de estrategias y a las horas de sol, seleccionadas para analizar, según lo que establece la Norma IRAM 11603.

La verificación del asoleamiento en maquetas se realiza en el Heliodón o Simulador de Trayectoria Solar, disponible en el Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas (CIAL) – FAUD – UNC. En las maquetas se analiza la penetración del sol a través de las aberturas, la sombra arrojada del edificio y el desempeño de las protecciones solares, para una determinada hora y época del año, seleccionando previamente la latitud de emplazamiento.

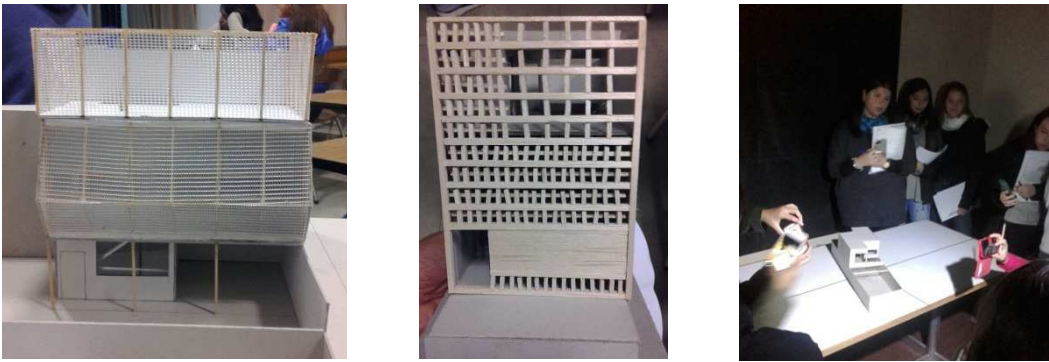
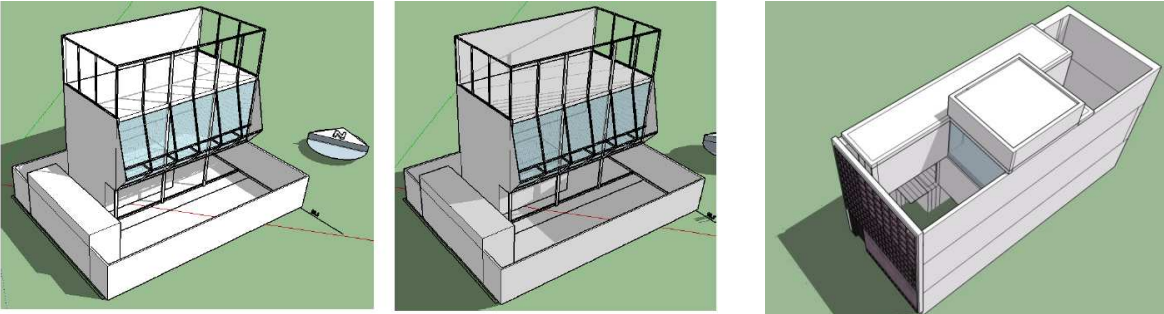


Figura 1: Maquetas. Simulación de asoleamiento en Heliódón



VERANO

INVIERNO

Figura 2: Modelos de viviendas en Programa Sketch Up

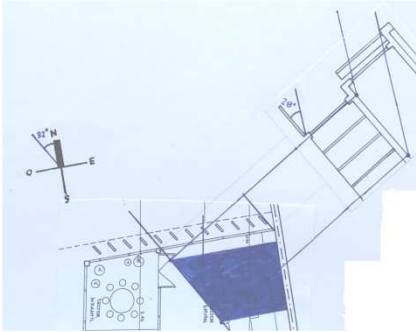
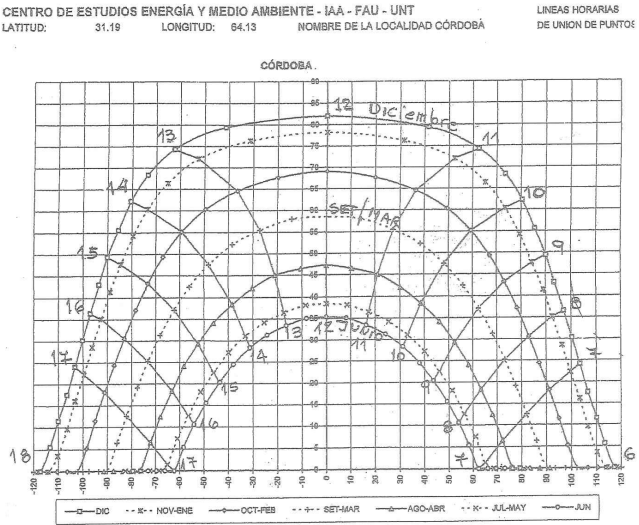


Figura 3: Diagrama de Proyección Cilíndrica y determinación de asoleamiento mediante su uso

En relación al manejo del agua de lluvia se realiza la transferencia al alumno mediante la implementación de criterios de diseño que tienen como objetivo principal lograr la optimización de la obtención de este recurso natural y el máximo aprovechamiento del mismo bajo una mirada sustentable.

Se toma conocimiento sobre la legislación existente sobre manejo de agua de lluvia en la edificación en el país. Se relaciona con el régimen pluviométrico y la calidad de dicho recurso según el sector en el cual se trabaja desde las materias de integración. Se le otorgan al alumno las herramientas necesarias desde el punto de vista tecnológico para el diseño de las distintas alternativas para la reutilización del recurso para el uso en limpieza general, riego de parques y jardines, lavado de autos, reutilización en depósitos de inodoros, lavarropas y baños. Asimismo se implementan los distintos sistemas constructivos posibles para la recolección del agua de lluvia y sus condicionantes posibles a aplicar en los diferentes proyectos de viviendas que realizan en Arquitectura 2.

De este modo cada alumno desarrolla el diseño de las instalaciones pluviales en su propio proyecto para lo cual tiene en cuenta la recolección de agua de lluvia de techos y patios, su almacenamiento para su posterior reutilización tal como se muestra en las diferentes figuras

## Resultados

Es importante como estrategia de enseñanza comprender que un proyecto arquitectónico nace sustentable, que es decisión del diseñador incorporar desde las primeras ideas de partido el tema del estudio de asoleamiento ya que no puede ser resuelto en etapas posteriores.

La metodología aplicada promueve en el alumno una participación activa en el proceso de evaluación de las diferentes situaciones en los distintos casos y la posibilidad de realizar la transferencia a sus propios diseños, logrando de este modo articular los conocimientos teóricos con la práctica.



Figura 4. Estudio de envolventes. Trabajos de taller de arquitectura 2D (2017)



Figura 5. *Estudio de envolventes. Trabajos de taller de arquitectura 2D (2017)*

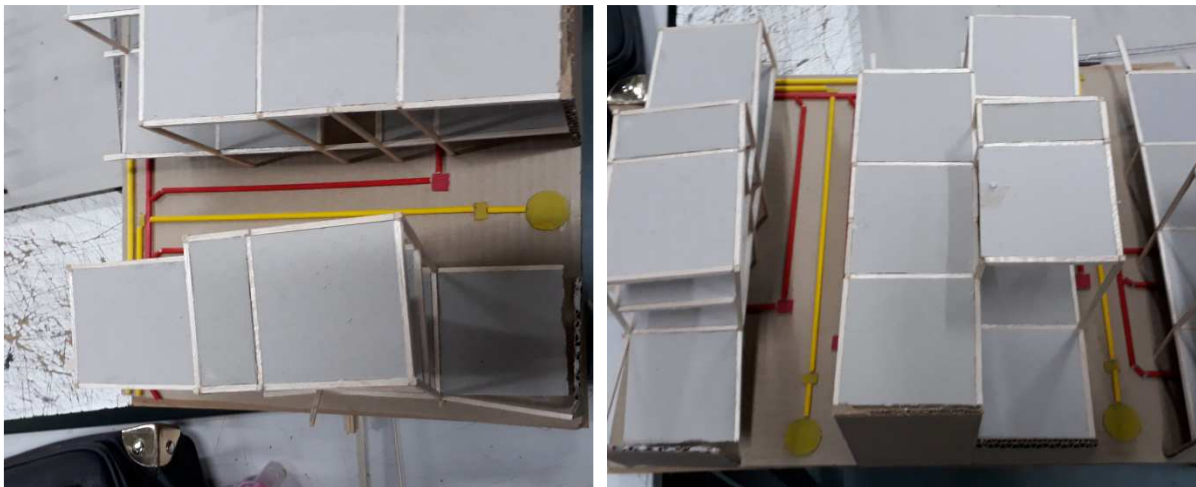


Figura 6. *Estudio sobre manejo de agua de lluvia y aguas negras*  
Trabajos de taller Mir Arquitectura 2d 2017

El conocimiento de distintas alternativas que existen para la recolección y almacenamiento del agua de lluvia como el concepto de uso racional del recurso y la evaluación de los aspectos constructivos para la recuperación de aguas con su posterior reúso permiten el máximo aprovechamiento del agua de lluvia y contribuye al cuidado del ambiente.

La metodología permite incorporar los conceptos aprendidos al proyecto de arquitectura y realizar así la síntesis integradora.

La ciudad de Córdoba actualmente carece de legislación relacionada al tratamiento del agua de lluvia en los edificios. El Concejo Deliberante de la ciudad de Córdoba aprobó en fecha 7/7/2016 la Ordenanza 12548 sobre Cubiertas y muros verdes, como parte inicial de un Programa Integral

de desarrollo Sostenible, por la cual establece la obligatoriedad de la instalación de cubiertas con vegetación en un gran sector de la Ciudad de Córdoba.

La Ordenanza tiene como objetivo reducir el impacto ambiental producido por las superficies edificadas incorporando los conceptos de eficiencia energética y construcción sustentable y aportar a mejorar la calidad ambiental de la ciudad en el sector urbano de mayor densidad poblacional. Asimismo su implementación contribuirá a la absorción y retención de aguas pluviales, disminuyendo y retardando el aporte de las construcciones a los desagües pluviales urbanos, y permitir incorporar en forma gradual las tecnologías y sistemas de construcción sostenibles que garanticen el mínimo impacto ambiental de los edificios.

### Conclusiones

- Es posible verificar la formación en criterios de diseño a partir de los trabajos de síntesis del nivel
- El abordaje integral desde los primeros años de formación permite una comprensión de la complejidad que implica la arquitectura.
- La metodología de trabajo permite la comprensión de la arquitectura respetuosa de su contexto desde su concepción
- Queda de manifiesto la importancia del conocimiento del clima para el desarrollo de la propuesta arquitectónica y su posterior inter-relación y funcionamiento. Se comprende a la toma de decisiones referidas a orientación, emplazamiento, diseño de protecciones fundamentales para lograr la eficiencia energética en los edificios y su consecuente ahorro energético.
- Las distintas metodologías empleadas para la verificación de asoleamiento constituyen herramientas para su posterior uso en distintos niveles de síntesis y permiten desde abordajes simples hasta más complejos y completos de los cuales se puede acceder desde distintos niveles de comprensión.
- Córdoba presenta un alto consumo de agua potable, arriba de los niveles recomendados por la ONU y OMS. Es necesario implementar pautas de diseño que contemplen un retardo, acumulación y reutilización del agua de lluvia en los edificios.
- El clima templado cálido de la ciudad de Córdoba permite reducir la dependencia de energías no renovables mediante decisiones de diseño que permitan controlar las ganancias y las pérdidas entre el medio exterior e interior.
- Se hace necesario fortalecer las acciones a favor de la síntesis que contemple las distintas áreas de conocimiento para una formación más integral del saber arquitectónico.

### Bibliografía

- Angiolini S. (2017) 10 Recomendaciones para diseñar viviendas en el clima de Córdoba. FAUD UNC Córdoba
- Angiolini S. (2015) Instalaciones, sustentabilidad y calidad ambiental. Criterios para un manejo eficiente del agua de lluvia como recurso FAUD SECyT UNC

Angiolini, S (2016) Propuesta pedagógica Instalaciones 1A Concurso de antecedentes y oposición FAUD UNC

Angiolini, Jerez, Pacharoni, Avalos. (2015). Instalaciones, sustentabilidad y calidad ambiental. Criterios para un manejo eficiente del agua de lluvia en Córdoba. Proyecto SECyT FAUD UNC Argentina.

Bracco, Angiolini, Pacharoni, Abadía, Avalos, Jerez (2013). Acondicionamiento Natural. Hacia una Arquitectura Sustentable. FAUD Universidad Nacional de Córdoba.

Bracco Marta; Angiolini Silvina; Jerez Lisardo; Pacharoni Ana, Abadía Leandra, Avalos Pablo. "Las instalaciones en los trabajos de Arquitectura II". Articulaciones: Experiencias en(tre)lazadas Cátedras FAUD 2009. Editorial FAUD UNC, 2011, pp. 109-114.

Bracco Marta; Angiolini Silvina; Abadía Leandra, Avalos Pablo, Jerez Lisardo; Pacharoni Ana. "Las instalaciones, una variable más en el diseño". *Articulaciones II ACCIONES TACTICAS. Experiencia de articulación para lograr la síntesis: Instalaciones IA-Arquitectura IID*. Editorial FAUD- UNC, 2013, pp. 149-155.

Bracco Marta, Angiolini Silvina, Pacharoni Ana, Abadía Leandra, Avalos Pablo, Jerez Lisardo. *Acondicionamiento Natural. Hacia una Arquitectura Sustentable*. Edit. FAUD UNC. Ciudad de Córdoba. Argentina. 2013. 131 p.

Bracco Marta; Angiolini Silvina; Abadía Leandra, Avalos Pablo, Jerez Lisardo; Pacharoni Ana. "Implementación de una metodología para la enseñanza y el aprendizaje en la cátedra Instalaciones 1 A Carrera Arquitectura FAUD UNC". Eje temático Educación Formación, XXX Encuentro/XV Congreso ARQUISUR. 2011.

Grossi Gallegos, H. y Righini, R. Atlas de energía solar de la República Argentina. Universidad Nacional de Luján. Secretaría de Ciencia y Tecnología Bs. As. Argentina. 2007.

Kozak, Romanello 2012 Sustentabilidad en Arquitectura 2 Edic.CPAU, Bs As. Argentina.

Ley 4237- CABA- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2012). "Sistema de Recolección de Aguas de Lluvia- Aguas recuperadas".

Norma IRAM 11.603/1996. Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

Norma IRAM 21931-1-2011 11930-2010 Marcos de referencia para los métodos de evaluación de desempeño ambiental en edificios y obras externas relacionados principios generales para la sostenibilidad en la construcción de edificios y otras obras.

Mazria, Edward. El libro de la energía solar pasiva. Ediciones Gustavo Gili, SA. México. 1985.

Olgay, Víctor. *Arquitectura y Clima. Manual de Diseño para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Pili, S.A., Barcelona, 1998.

*Agradecimiento especial a las Cátedras Arquitectura 2 por su constante trabajo para la integración de contenidos.*

ISBN 978-987-4415-32-5

