



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

Expediente N° 200-4778/13 C.1 LA

PLATA, 30 de noviembre de 2015.-

RESOLUCION C.D. N°: 241

VISTO las presentes actuaciones por las cuales se tramita la propuesta de Actividad Optativa bajo la modalidad Curso denominada "Agricultura de Precisión" para las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal correspondiente al Plan 8; y

ATENTO a lo informado por las Direcciones de Carrera de Ingeniería Forestal e Ingeniería Agronómica a fs. 10/11, lo dictaminado por la Comisión de Enseñanza a fs. 12 y lo aprobado por este Órgano de Gobierno en su Sesión Ordinaria N° 30 de fecha 2 de diciembre de 2014;

**EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**

RESUELVE:

Artículo 1°.-: Aprobar la Actividad Optativa bajo la modalidad Curso denominada "Agricultura de Precisión" para las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal correspondiente al Plan 8, con un reconocimiento de tres (3) créditos, que figura como Anexo I, y que pasa a formar parte de la presente.-

Artículo 2°.-: Regístrese, comuníquese a: DIRECCIÓN OPERATIVA, ALUMNOS, CONCURSOS, DIRECCIÓN DE CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, DIRECCIÓN DE CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL, UNIDAD PEDAGÓGICA, DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA, BIBLIOTECA, CENTROS DE GRADUADOS Y ESTUDIANTES.-

N/f

Dr. Christián WEBER
SECRETARIO DE ASUNTOS
ACADÉMICOS
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales





ANEXO I RES. C.D N° 241/15

CURSO: AGRICULTURA DE PRECISION

Denominación de la Actividad Curricular: AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Carreras a la que pertenece: *Ingeniería Agronómica e Ing. Forestal* **Modalidad:**

Curso **Carácter:** *Optativo* **Cupo:-**

N° de créditos: 3

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

Ubicación curricular (Año): 4to

Espacio Curricular (Bloque): *Básico-Agronómico*

Carga horaria total (horas): 35 horas.

Carga horaria semanal: 5 horas (promedio)

Duración total (semanas): 7 **Cuatrimestre de inicio:** *Segundo*

Asignaturas correlativas previas: **13 14 19 20 27** Climatología y Fenología,
Topografía, Edafología, Mecánica Aplicada, Mecanización Agraria.

Expediente: **0200-4778/13-000** **Resolución de aprobación:**

Fecha de aprobación: Sesión Ordinaria **N° 30** del **2** de diciembre de **2014**.

Código SIU-Guaraní: **M1C33**

Responsable Académico: Roberto Balbuena, profesor titular del curso de
Mecanización Agraria y Juan Manuel Vázquez, Jefe de Trabajos Prácticos del
curso de Mecanización Agraria



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Av. 60 y 119 / La Plata / Buenos Aires
Tel. (0221) 423.6758
www.agro.unlp.edu.ar

Objetivo general: que los alumnos desarrollen una óptica sistémica con sólidas bases teóricas para el análisis crítico y la intervención en procesos de agricultura de precisión, a partir de diversas situaciones problemáticas.

Contenidos mínimos: geodesia clásica, geodesia satelital, posicionamiento absoluto, posicionamiento diferencial, posicionamiento con fase. Herramientas para relevar la variabilidad ambiental: métodos geofísicos, monitores de rendimiento, mapas de suelo, muéstreos en grilla. Sistemas de información geográfica. Sistemas de automatización y variación de la dosis en la aplicación de insumos: dosis variable en tiempo real o basado en mapa de prescripción. Corte por secciones. Monitor de siembra. Sistemas para variación de la densidad de siembra. Tecnologías de guiado de maquinaria agrícola: barra de luces, piloto automático, guiado de aperos, vehículos autónomos.

Metodología de enseñanza: Las unidades didácticas se desarrollan, en función de objetivos y contenidos específicos, en el aula y en el campo. Se pretende integrar en el aula, problemáticas productivas tomadas de contextos de realidad, con instancias de indagación teórica. Se desarrollarán clases expositivas, apoyadas con presentaciones visuales, alternadas con instancias de trabajo en grupo sobre casos reales. En el campo se pretende desarrollar destrezas en la operación de las diferentes tecnologías mediante el reconocimiento de mecanismos, visualización de procesos, resolución de dudas, la operación con y sobre distintas herramientas de precisión. Los estudiantes trabajarán en grupo con fuentes de información espacial de un campo que deberán conseguir al inicio del curso. Durante el desarrollo de cada unidad irán trabajando los diferentes temas con dicha información para terminar elaborando una propuesta de agricultura de precisión para el campo en cuestión.

Sistema de promoción: serán promovidos sin examen final todos los alumnos que habiendo concurrido por lo menos al 80% de las clases, alcancen o superen los 7 puntos entre la evaluación integradora y el trabajo grupal desarrollado a lo largo del curso. Los alumnos que no alcancen los 7 puntos, podrán optar por realizar un recuperatorio de la evaluación integradora y de no alcanzar nuevamente los 7 puntos, podrán optar por realizar un examen flotante. Los alumnos que al final del proceso de evaluación, alcancen una calificación de entre 4 y 7 puntos, deberán rendir examen final de la asignatura en condición de alumno regular. Desaprueban el curso quienes no alcancen los 4 puntos.



1. FUNDAMENTACION

La actividad se inscribe en el ámbito académico del curso de Mecanización Agraria y el Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, articulando con diferentes áreas como edafología, manejo de suelos, sanidad de cultivos y las distintas producciones agropecuarias con énfasis en aquellas que se desarrollan en modo extensivo en la Región Pampeana.

La difusión del geoposicionamiento satelital para usos civiles a inicios de los años noventa y el desarrollo vertiginoso de las tecnologías de manejo de la información han puesto al alcance del Ingeniero Agrónomo, diferentes herramientas de agricultura de precisión que le permiten pasar de un manejo basado en las características medias de cada parcela, a un manejo por sitio específico que mejora la eficiencia productiva y reduce los impactos negativos para el ambiente.

La comunicación de estas nuevas tecnologías a los diferentes actores del medio productivo, ha estado más enfocada a la difusión de algunas tecnologías que a promover una visión sistémica de los condicionantes que justifican o no su implementación, sostenida en los principios teóricos de este área del conocimiento.

Para el desarrollo del curso se necesita de los conocimientos básicos de las asignaturas Matemática, Cálculo Estadístico, Física, Mecánica Aplicada, Topografía, Edafología y Mecanización Agraria; interactúa con Manejo y Conservación de Suelos, Riego y Drenaje, Agroecología, Cerealicultura, Forrajicultura, Horticultura, Fruticultura, Aprovechamiento Forestal, Oleaginosas, Terapéutica Vegetal y Protección Forestal. Por lo tanto, sería ideal, para el análisis de los procesos de Agricultura de Precisión, contar con los conocimientos básicos que dichas disciplinas aportan. No obstante ello, dichas áreas del conocimiento de la producción agropecuaria, también se benefician de los conocimientos básicos de la agricultura de precisión, para brindar una óptica sistémica del proceso productivo.

Para el logro de los objetivos específicos y el desarrollo de los contenidos relacionados a los mismos, se integran actividades teóricas y prácticas semanales. El proceso de enseñanza aprendizaje se evalúa semanalmente y con un examen integrador al final del curso.

El desarrollo del curso se plantea con un enfoque sistémico, identificando contextos productivos que justifican la implementación de las diferentes herramientas de agricultura de precisión, analizando y discutiendo las distintas alternativas posibles, su fundamento teórico, sus implicancias técnicas, interacciones sociales, económicas y operativas. Por lo expuesto, el conocimiento de las diferentes herramientas tecnológicas disponibles, es el primer paso y requerimiento previo para la discusión de los problemas de Agricultura de Precisión. Dicho requerimiento mínimo, es el que se brinda a los alumnos a través de la bibliografía básica que se debe estudiar previamente a las actividades presenciales teórico - prácticas.

Se pretende que los estudiantes puedan abordar los siguientes ejes temáticos 1) elementos de geodesia y geoposicionamiento satelital 2) relevamiento de la variabilidad espacial 3) análisis de información geográfica para segregar ambientes 4) aplicaciones variables de insumos 5) alternativas de guiado satelital de maquinaria agrícola.

2. OBJETIVOS

Generales:

Que los estudiantes:

- Desarrollen desde una óptica sistémica, una capacidad crítica de análisis de los procesos de agricultura de precisión y sus diversas situaciones problemáticas, fundada en solidas bases teóricas.



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Av. 60 y 119 / La Plata / Buenos Aires
Tel. (0221) 423.6758
www.agro.unlp.edu.ar

- Desarrollen actitudes para el trabajo grupal y la resolución compartida de problemas
- Valoren el impacto del manejo por ambientes en la conservación de los recursos naturales, renovables y no renovables.

3. DESARROLLO PROGRAMÁTICO

Unidad I. Elementos de geodesia y geoposicionamiento satelital.

Objetivos

- Adquirir conocimientos básicos de geodesia.
- Determinar posiciones en el terreno con receptores de sistemas de geoposicionamiento globales, valorando la precisión obtenida.
- Diferenciar distintas alternativas de corrección de la señal GPS.
- Desarrollar destrezas en el manejo de receptores GPS.

Contenidos:

Geodesia y geoposicionamiento satelital: geodesia clásica, geoide, sistemas de referencia (Campo Inchauspe 1969 y WGS84), geodesia satelital, sistema GPS, segmento espacial, segmento de control, segmento usuario, obtención de coordenadas, posicionamiento absoluto, posicionamiento diferencial, posicionamiento con fase, errores, otros sistemas (Glonass, Galileo).

Unidad II. Relevamiento de la variabilidad espacial.

Objetivos

- Diferenciar las distintas fuentes de información geográfica: discretas, continuas y remotas.
- Reconocer las distintas herramientas disponibles para relevar la variabilidad espacial, sus ventajas y limitaciones.
- Adquirir destrezas en el uso de las distintas herramientas disponibles para relevar la variabilidad espacial

Contenidos:

Herramientas para relevar la variabilidad ambiental: Métodos geofísicos (resistividad eléctrica, inducción electromagnética, georadar, sensores ópticos), monitores de rendimiento (granos, forraje), mapas de suelo, paisaje, muéstreos en grilla. Sensores lejanos y vehículos aéreos no tripulados (UAVs).

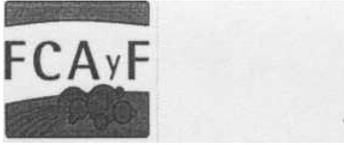
Unidad III. Análisis de información geográfica para segregar ambientes.

Objetivos

- Diferenciar y corregir distintas fuentes de error en la información geográfica.
- Adquirir capacidades para la interpolación de datos georeferenciados mediante técnicas geoestadísticas.
- Identificar y valorar los distintos parámetros que limitan el rendimiento de los cultivos.
- Construir criterios para generar zonas de manejo de los cultivos.
- Desarrollar habilidades para el manejo de distintas herramientas informáticas que simplifican el análisis y la interpretación de la información espacial, así como la generación de mapas de prescripción.

Contenidos:

Herramientas de análisis de información geográfica: sistemas de información geográfica, análisis y procesamiento de los datos del monitor de rendimiento (remoción de datos erróneos, asignación de los mismos a una grilla común, análisis



estadístico, criterios para delimitar zonas de manejo), modelos y herramientas de interpretación, mapas de prescripción, mapas de malezas,

Unidad IV. Aplicaciones variables de insumos y otras prácticas de manejo por ambientes.

Objetivos

- Diferenciar prácticas de manejo generales y específicas, tecnologías de insumos y de procesos.
- Reconocer las diferentes tecnologías de aplicación variable de insumos, sus ventajas y limitaciones.
- Diferenciar las tecnologías de aplicación en tiempo real de las basadas en mapas de prescripción.

Contenidos:

Sistemas de automatización y variación de la dosis en la aplicación de insumos: diferencias entre variación de la dosis en tiempo real o basados en mapa de prescripción. Tecnología para variación de la dosis en pulverizadoras (variación de la presión, inyección directa, pulsos, variación del diámetro del orificio, cambio automático de boquillas). Corte por secciones. Monitor de siembra. Sistemas para variación de la densidad de siembra (hidráulicos, eléctricos).

Unidad V. Alternativas de guiado satelital de maquinaria agrícola.

Objetivos

- Valorar las distintas tecnologías de guiado satelital
- Reconocer sistemas de automatización del guiado de maquinaria mediante distintas alternativas de piloto automático
- Reconocer los avances en vehículos autónomos, robots agrícolas y tendencias a futuro.

Contenidos:

Tecnologías de guiado de maquinaria agrícola: alternativas convencionales (marcadores de discos, de espuma, banderilleros), barra de luces (banderillero satelital), piloto automático, componentes de los sistemas de guiado (actuadores hidráulicos, eléctricos, sensores), algoritmos de guiado, guiado de aperos, vehículos autónomos y robots agrícolas.

Unidad V. Estudio de casos.

Objetivos

- Integrar y profundizar los conceptos básicos de la Agricultura de Precisión, mediante el análisis de casos con un enfoque sistémico.
- Adquirir capacidades para la resolución de problemas a partir del análisis y la discusión de las diferentes alternativas de implementación de estrategias de agricultura de precisión en casos reales.

Contenidos: diferentes estudios de casos de manejo por ambientes, tecnologías de guiado de maquinaria y automatización de dispositivos.

Estrategia metodológica

Las unidades didácticas se desarrollan, en función de objetivos y contenidos específicos en forma semanal. Dentro de cada semana se realizarán actividades en el aula y en el campo o laboratorio, según los objetivos cognitivos, valorativos u operacionales que se pretende alcanzar.

Se pretende desarrollar en el aula una praxis que integre alternativamente problemáticas productivas tomadas de contextos de realidad, con instancias de



reflexión e indagación teórica en forma dialéctica. Se alternarán clases expositivas con apoyo de presentaciones visuales estáticas y dinámicas, con instancias de trabajo en grupo sobre casos reales. En el campo se pretende desarrollar destrezas en la operación de las diferentes tecnologías mediante el reconocimiento de mecanismos, visualización de procesos, resolución de dudas, la operación con y sobre distintas herramientas de precisión, que permitan a los estudiantes evaluar críticamente las técnicas y procesos, reflexionando sobre su utilidad y limitaciones en diferentes contextos productivos.

Durante todo el curso los estudiantes deberán trabajar en grupo con fuentes de información espacial de un campo que deberán conseguir al inicio del curso. Durante el desarrollo de cada unidad irán trabajando los diferentes temas con dicha información para terminar elaborando una propuesta grupal de agricultura de precisión para el campo en cuestión.

Carga horaria discriminada por actividad curricular

Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total
	Aula	Laboratorio, gabinete de computación u otros.	Campo	
Horas				
Desarrollo teórico de contenidos	15			15
Ejercitación práctica			5	5
Proyectos	5			5
Prácticas de intervención profesional	5			5
Evaluación	5			5
Total	30		5	35

Ejercitación práctica: comprende situaciones problemáticas, simuladas o reales, que se plantean para su solución. **Proyectos:** se refiere al diseño y/o ejecución de proyectos. **Prácticas de intervención profesional:** contempla el desarrollo de planes de acción orientados a la resolución de problemas vinculados al medio productivo.

Cronograma de actividades

Actividad	Unidad	Contenidos temáticos
1	I. Geodesia y geoposicionamiento satelital	Geodesia y geoposicionamiento satelital: geodesia clásica, geoide, sistemas de referencia (Campo Inchauspe 1969 y WGS84), geodesia satelital, sistema GPS, segmento espacial, segmento de control, segmento usuario, obtención de coordenadas, posicionamiento absoluto, posicionamiento diferencial, posicionamiento con fase, errores, otros sistemas (Glonass, Galileo).
2	II. Relevamiento de	Herramientas para relevar la variabilidad ambiental:

	la variabilidad espacial	Métodos geofísicos (resistividad eléctrica, inducción electromagnética, georadar, sensores ópticos), monitores de rendimiento (granos, forraje), mapas de suelo, paisaje, muéstreos en grilla. Sensores lejanos y vehículos aéreos no tripulados (UAVs).
3	III Análisis de información geográfica para segregar ambientes	Herramientas de análisis de información geográfica: sistemas de información geográfica, análisis y procesamiento de los datos del monitor de rendimiento (remoción de datos erróneos, asignación de los mismos a una grilla común, análisis estadístico, criterios para delimitar zonas de manejo), modelos y herramientas de interpretación, mapas de prescripción, mapas de malezas
4	IV. Aplicaciones variables de insumos y otras prácticas de manejo por ambientes.	Sistemas de automatización y variación de la dosis en la aplicación de insumos: diferencias entre variación de la dosis en tiempo real o basados en mapa de prescripción. Tecnología para variación de la dosis en pulverizadoras (variación de la presión, inyección directa, pulsos, variación del diámetro del orificio, cambio automático de boquillas). Corte por secciones. Monitor de siembra. Sistemas para variación de la densidad de siembra (hidráulicos, eléctricos).
5	V. Alternativas de guiado satelital de maquinaria agrícola.	Tecnologías de guiado de maquinaria agrícola: alternativas convencionales (marcadores de discos, de espuma, banderilleros), barra de luces (banderillero satelital), piloto automático, componentes de los sistemas de guiado (actuadores hidráulicos, eléctricos, sensores), algoritmos de guiado, guiado de aperos, vehículos autónomos y robots agrícolas.
6	I a V. Estudio de casos	estudios de casos de manejo por ambientes, tecnologías de guiado de maquinaria y automatización de dispositivos.
7	I a V. Evaluación	Evaluación integradora

Recursos

Recursos didácticos Receptor GPS Garmin Etrex Software específico Tractor Zanella V 210 Tractor John Deere 6400
 Computadora Notebook, para uso con presentaciones en Power Point
 Proyector digital para computadora
 Se articulará con empresas del sector para realizar prácticas con instrumental.

Recursos Humanos:
 Responsables del curso



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Av. 60 y 119 / La Plata / Buenos Aires
Tel. (0221) 423.6758
www.agro.unlp.edu.ar

BALBUENA, Roberto	Prof. Titular
VÁZQUEZ, Juan Manuel	Jefe de Trabajos Prácticos

Colaboradores

TELMO, Palancar	Prof. Adjunto
MUR, Matilde	Jefe de Trabajos Prácticos
GUILINO, Facundo	Ayudante Alumno
PONCE, Mariano	Ayudante Alumno
MERANI, Víctor	Ayudante Alumno

Bibliografía general disponible en la biblioteca del Curso de Mecanización Agraria.

Libros:

- Bongiovanni, R., Churtuni Mantovanil, E., Best, S., Roel, A., Cova, J., Panique, E.. 2006. *Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. 246 p. Procisur/IICA.
- Bragachini. M. 2007. 7° Curso de Agricultura de Precisión. 300p. Ediciones INTA.
- Bragachini. M. 2008. 8° Curso de Agricultura de Precisión. 283p. Ediciones INTA.
- Bragachini. M. 2009. 9° Curso de Agricultura de Precisión. Ediciones INTA.
- Bragachini. M. 2010. 10° Curso de Agricultura de Precisión. Ediciones INTA.
- Bragachini. M. 2011. 11° Curso de Agricultura de Precisión. Ediciones INTA.
- Bragachini. M. 2012. "1° Congreso de Valor Agregado en Origen. Integración Asociativa del campo a la góndola. 11° Curso Internacional de Agricultura de Precisión y 5ª Expo de Máquinas Precisas". Capítulo: "Valor Agregado y Bioenergía estratégica en origen como motor para el desarrollo sustentable de un país líder en agroindustria y agroalimentos". 413 páginas. Ediciones INTA.
- Stafford, J.V., 2005. Precision Agriculture '05. 109 p. Wageningen Academic Publishers
- American Society of Agricultural Engineers. ASAE Standards. St. Joseph, 1993.
- Gil Sierra, J. Elementos hidráulicos en los tractores y máquinas agrícolas. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, 1998.
- Proyecto agricultura de precisión. Agricultura de precisión. INTA Manfredi, 2001. -Srivastava, A.K.; Goering, C.E.; Rohrbach, R.P. Engineering principles of agricultural machines. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, 1993. -Stafford, J.V. Precision agriculture 99. Sheffield academic press, Sheffield, 1999

Publicaciones periódicas:

- Agro- Ciencia. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de Concepción, Concepción.
- Engenharia Agrícola. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Jaboticabal. -Información tecnológica. Centro de información tecnológica, La Serena.
- Journal of Agricultural Engineering Research. Academic Press Inc., Londres.
- Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal Da Paraíba, Campiña Grande.
- Revista de la Facultad de Agronomía, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP, La Plata.



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Av. 60 y 119 / La Plata / Buenos Aires
Tel. (0221) 423.6758
www.agro.unlp.edu.ar

-Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph.

Bibliografía por unidad disponible en la biblioteca del Curso de Mecanización Agraria.

UNIDAD I

Huerta, E., Mangiaterra, A. & Noguera, G. 2005. GPS: posicionamiento satelital. 148 p.

Rosario, UNR Editora - Universidad Nacional de Rosario.

UNIDAD II

Allred, B., Daniels, J. J., & Ehsani, M. R. (Eds.). 2008. *Handbook of agricultural geophysics*. CRC Press.

Telford, W. M., & Sheriff, R. E. 1990. *Applied geophysics* (Vol. 1). Cambridge university press.

UNIDAD III

Pierce, F. J., & Clay, D. (Eds.). 2007. GIS applications in agriculture. 218 p. CRC Press.

Clay, D., & Shanahan, F. (Eds.). 2011. GIS Applications in Agriculture, Volume Two:

Nutrient Management for Energy Efficiency, 462 p. CRC Press.

Oliver, M. A., 2010. *Geostatistical applications for precision agriculture*. 337 p. New York: Springer.

Committee on Assessing Crop Yield, Site-Specific Farming, Information Systems, & Research Opportunities., 1997. *Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and information technologies in crop management*. 175 p. National Academy Press.

UNIDAD IV

Gerhards, R., Menz, G., & Sikora, R. A. (Eds.). 2010. *Precision Crop Protection-The challenge and use of heterogeneity* (Vol. 5). Springer.

UNIDAD V

Heraud, J. A., & Lange, A. F. 2009. *Agricultural automatic vehicle guidance from horses to GPS: How we got here, and where we are going*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Sistema de Evaluación

- Los estudiantes realizarán un examen integrador al final del curso que aportará el 100% de la nota. El examen integrador al final del curso, tendrá como objetivo evaluar aspectos cognoscitivos, operacionales y valorativos. Los estudiantes contarán, en caso de no aprobar dicha evaluación una instancia de recuperación y la posibilidad de una instancia complementaria en caso de inasistencia o desaprobación de las evaluaciones anteriormente explicitadas.
- El tipo de evaluación comprenderá alternativas múltiples, problemas y casos para resolver sin bibliografía y problemas y casos para resolver con bibliografía.

Sistema de promoción

Serán promovidos sin examen final todos los alumnos que habiendo concurrido por lo menos al 80% de las clases, alcancen o superen los 7 puntos en alguna de las instancias previstas para efectuar la evaluación integradora .

Los alumnos que al final del proceso de evaluación, alcancen una calificación de entre 4 y 7 puntos, deberán rendir examen final de la asignatura. Aquellos que no alcancen los 4 puntos, desaprueban el curso.

Evaluación del curso

Se realiza en acuerdo con la encuesta aprobada por el Consejo Académico de la Facultad