

INVESTIGACIÓN OPERATIVA
Planificación Ciclo lectivo 2022

Datos administrativos de la asignatura

Departamento:	Sistemas	Carrera	ISI
Asignatura:	Investigación Operativa		
Nivel de la carrera	Cuarto	Duración	1 cuatrimestre
Config Parciales	4		
Bloque curricular:	Tecnologías Básicas		
Carga horaria presencial semanal:	10 hs	Carga Horaria total:	160
Carga horaria no presencial semanal		% horas no presenciales	
Profesor Titular/Asociado/Adjunto:	Mg. Ing. Soria Mercedes	Dedicación:	Exclusiva
Auxiliar de 1º/JTP:	No	Dedicación:	-

Presentación, Fundamentación

Encuadre académico y epistemológico-conceptual de la Asignatura

La investigación de operaciones es una ciencia avocada a la toma de decisiones, en consecuencia en ella se explicitan formas y métodos cuantitativos que ayudan a la planificación, organización y control de las actividades propias de la administración, dirección y gestión de empresas, brindándole herramientas que le permitan a la empresa adaptarse a los cambios del entorno, ayudando a una utilización eficiente de los recursos y medios disponibles para conseguir un alto grado de productividad y rentabilidad.

Desde esta cátedra se promueven capacidades para que los futuros profesionales puedan determinar la opción que mejor resuelva los problemas que se le planteen, aplicable en cualquiera de los diversos ámbitos con los que puedan trabajar. Esto responde al principio inherente a su profesión que es el permanente trabajo interdisciplinario, donde constantemente adapta sus conocimientos para la búsqueda de soluciones eficientes a las problemáticas más diversas, lo que pone en relieve la necesidad de fomentar la creatividad y la innovación en la construcción o reconstrucción de soluciones eficientes.

Se hace hincapié en la transformación de problemas reales en modelos matemáticos y su construcción, evaluación y adaptación. Asimismo, el poder interpretar los resultados y las conclusiones que se desprendan de su análisis. La realización de diagramas de análisis de las operaciones, de pronóstico de cantidades demandadas, fijación de coeficientes de insumo, definición dentro de un esquema de programación lineal de los recursos actuales, estudio de los sistemas de compra y aprovisionamiento, análisis de políticas de inventario, entre otros, se traduce en una mejora del proceso de decisión, que se procura lograr antes de la formulación de cualquier modelo.

Relación de la Asignatura con el Perfil de Egreso

En virtud de lo expuesto la asignatura colabora en la construcción de su perfil analítico que le permite, así como lo expresa su perfil profesional, la interpretación y resolución de problemas, en este caso mediante técnicas cuantitativas, es decir con la aplicación de metodologías científicas orientadas a la toma de decisiones que permiten optimizar recursos, planear y gestionar.

Relación de la Asignatura con los Alcances del Título

La asignatura colabora en la generación de competencias que habilitan los alcances que se definen para el título de Ingeniero en Sistemas, que otorga UTN, determinados por la resolución 1150. En el marco de la ley de educación, algunos de ellos se consideran actividades reservadas (incluidas en el art 43) por comprometer en su accionar el bienestar social. Se detallan sólo aquellas en las que se colabora y en el apartado de competencias de egreso, se justifican con mayor detalle.

- Participar en la toma de decisiones estratégicas de una organización y asesorar, en concordancia con las mismas acerca de las políticas de desarrollo de Sistemas de Información.
- Desarrollar Modelos de Simulación, Sistemas Expertos y otros Sistemas Informáticos destinados a la resolución de problemas y asesorar en su aplicación.
- Realizar estudios e investigaciones conducentes a la creación y mejoramiento de técnicas de desarrollo de Sistemas de información y nuevas aplicaciones de la tecnología informática existente.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Detallar, en la tabla siguiente, la relación de la asignatura con las competencias de egreso específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera. Indicar a cuáles competencias de egreso tributa la asignatura y en qué nivel (0=no tributa, 1=bajo, 2=medio, 3=alto). Agregar un comentario general de justificación.

(Este detalle se integrará en una matriz de tributación de la carrera, dictada en la Facultad Regional, en la cual se explicita el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de la carrera y el nivel en que tributa cada asignatura).

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CT)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CS)
CE1: 1 → El modelado de ciertos tipos de problemas, se reflejan en códigos que resuelven esos problemas de manera sistematizada. Modelar Distribución de Horarios de Trabajo, Sustitución de Maquinarias, problemas de transporte y transbordo, administración de proyectos, elaboración de dietas, problemas de asignación, cálculo de cantidad óptima de pedido e inventarios máximos, entre otros.	CT1: 2 → El análisis de datos para poder modelar la situación colabora en la formulación y resolución de problemas de ingeniería. Ejemplo modelado con programación lineal, dinámica, etc.	CS1:1 → Se fomenta la discusión entre pares, con lo que muchas veces pueden realizarse actividades en grupos aleatorios, otras con grupos de afinidad y otras toda la clase es un grupo para construir una solución
CE1.2: 1 → Aplicaciones de algoritmos de conexiones	CT2: 1 → La transformación de problemas reales en modelos	CS2:1 → Se elaboran informes para entregar a los clientes que

<p>mínimas o de capacidad de flujos. Algoritmos de árbol de expansión mínima, flujo máximo.</p>	<p>matemáticos y su construcción, evaluación y adaptación apoyan a la acción de concebir, diseñar proyectos de ingeniería, por ejemplo módulo de un sistema. Contenido: Modelado de Redes con teoría de grafos</p>	<p>plantean sus problemas, de tal modo de explicar de manera más clara y en contexto, la solución encontrada. Esto permite análisis más amplios a través de, por ejemplo, análisis de sensibilidad de variables en los modelos. Por otro lado, el modelado matemático comunica de manera más clara y precisa, aunque en un lenguaje más propio de la asignatura, por lo que esta es una comunicación efectiva entre pares. Lo señalado al principio es la comunicación efectiva con un no-par, es decir la capacidad de adaptar el lenguaje y el modo discursivo.</p>
<p>CE 1.3:2 → Los algoritmos pueden implementarse como parte de cualquier software, incluso simplex</p>	<p>CT3: 3 → La asignatura es relevante para la toma de decisiones y el abordaje de técnicas cuantitativas son para poder resolver de manera óptima aspectos de un proyecto de ingeniería. Por ello se ven técnicas orientadas a la planificación y control, lo que permite por otro lado gestionar y ayudar a la de toma de decisiones en relación a la ejecución. Ejemplo: Gestión de Proyectos. árbol de expansión Mínima. Teoría de Inventarios</p>	<p>CS3:0 → No hay actividades ni enseñanzas en términos de compromisos social, ambiental y económico.</p>
<p>CE 2.1: 0 → No aporta</p>	<p>CT4: 3 → La asignatura aplica algoritmos de optimización y realiza prácticas donde se aprende a modelar, resolver, analizar y validar soluciones. Los mismos se convierten en pseudocódigo y se prueban en algún lenguaje.</p>	<p>CG4:2 → La aplicación de las técnicas a diferentes situaciones problemáticas, aunque académicas, permite avanzar en desarrollos diferentes y en diferentes contextos colabora en lo autónomo . La diversidad de autores y libros permiten elegir y comparar</p>
<p>CE 3.1: 0 → No aporta</p>	<p>CT5: 0 → No focaliza en el desarrollo de innovaciones, por tratarse de técnicas cuantitativas, el foco está en las potencialidades de las aplicaciones de las técnicas o metodologías en otros espacios o problemas</p>	<p>CG5:0 → No hay actividades ni aprendizajes en términos de emprendedorismo</p>
<p>CE 4.1: 0 → No aporta</p>		

CE 5.1: 1 → Colabora en la gestión y control de proyectos		

Resultados de aprendizaje, Prerrequisitos y Objetivos

Las competencias específicas de la asignatura en el marco de las competencias de egreso son dos

- 1) Formular modelos matemáticos de situaciones problemáticas de un sistema de producción de bienes y servicios, con el objetivo de optimizar su desempeño incluyendo casos determinísticos y probabilísticos, trabajando en forma autónoma o en equipos y que sirvan de insumo para la sistematización en sistemas de información y la gestión eficiente de recursos.
- 2) Interpretar las soluciones numéricas de los modelos matemáticos con la finalidad de transformarlos en información útil para la toma de decisiones contemplando variabilidades y contingencias.

Resultados de aprendizaje

- RA1: COMPRENDER EL ESPACIO DE TRABAJO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES COMO DISCIPLINA ORIENTADA A LA TOMA DE DECISIONES
- RA2: [MODELA] [SITUACIONES PROBLEMÁTICAS] [PARA AYUDAR A LA TOMA DE DECISIONES EN SITUACIONES PROBLEMÁTICAS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DE ADMINISTRACIÓN,] [CONSIDERANDO CASOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL CONTINUA Y ENTERA, UTILIZANDO EL MÉTODO SIMPLEX Y HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS].
- RA3: [RESUELVE] + [MODELOS DE REDES] + [PARA EL CALCULO DE RUTAS MINIMAS, FLUJOS MÁXIMOS Y TIEMPOS/COSTOS DE PROYECTOS] + [APLICANDO ALGORITMOS Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS] + [EN CONTEXTOS DE CERTIDUMBRE E INCERTIDUMBRE]
- RA4: [RESUELVE] + [PROBLEMAS DE INVENTARIOS] + [PARA ESTABLECER POLÍTICAS DE INVENTARIOS DE MÍNIMOS COSTOS] + [APLICANDO TÉCNICAS DE REVISIÓN PERIÓDICA O CONTINUA] + [EN CONTEXTOS DE CERTIDUMBRE E INCERTIDUMBRE]
- RA5: [RESUELVE] + [MODELOS DE PROGRAMACIÓN DINAMICA] + [PARA EL CALCULO ÓPTIMO DE RUTAS MINIMAS, RECAMBIO DE EQUIPOS, ASIGNACIÓN E INVENTARIOS]+ [EN ESPACIOS DETERMINISTICOS]
- RA6: PROGRAMACIÓN NO LINEAL Y POR METAS: [MODELA] [SITUACIONES PROBLEMÁTICAS] [PARA AYUDAR A LA TOMA DE DECISIONES EN SITUACIONES

PROBLEMÁTICAS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DE ADMINISTRACIÓN,
[CONSIDERANDO CASOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL CONTINUA Y ENTERA,
UTILIZANDO EL MÉTODO SIMPLEX Y HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS]

Prerrequisitos, Aprendizajes previos

Los conocimientos y aprendizajes previos son los que indican las correlatividades, fundamentalmente serían: gráficas y construcciones de funciones lineales, planteo y resolución de sistemas de ecuaciones lineales, máximos y mínimos de una función, distribución de probabilidades, fundamentalmente la Normal, conceptos de media, varianza y desviación.

Asignaturas correlativas previas

Para cursar debe tener cursada:

- Probabilidades y Estadísticas
- Matemática Superior

Para cursar debe tener aprobada:

- Análisis Matemático II

Para rendir debe tener aprobada:

- Probabilidades y Estadísticas
- Matemática Superior

Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Inteligencia Artificial
- Administración Gerencial
- Sistemas de Gestión

Programa analítico

El programa analítico deberá contemplar los contenidos mínimos, previstos en el diseño curricular vigente, y aquellos que se consideren necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Contenidos Mínimos

CONTENIDOS MÍNIMOS (ORD. 1150)

- Programación Lineal.
- El Método Simplex
- Análisis de Sensibilidad
- Programación No Lineal
- Modelos de Redes
- Algoritmo del Árbol de Extensión Mínima
- Ruta más Corta
- Flujo Máximo

- Programación por Camino Crítico.
- PERT
- Modelos de Inventario Determinísticos y Probabilísticos.

Programa analítico, Unidades temáticas

CONTENIDOS

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Historia de la Investigación de Operaciones. Enfoque de la Investigación Operativa. Solución, análisis cuantitativo y toma de decisiones. Limitaciones de la Investigación de operaciones. Procesos de Modelización. Modelos Matemáticos y modelos de ingresos, utilidades, volumen y costos. Presentación de caso de estudio

UNIDAD 2: PROGRAMACIÓN LINEAL

Presentación de un programa lineal. Solución Gráfica y su interpretación. Solución Analítica. Soluciones posibles: factible, básica, óptima Identificación de las Variables de Decisión y sus correlaciones con los recursos, coeficientes tecnológicos y económicos. Criterio de optimización. Algoritmo del Simplex.

Formulación de Modelos especiales: alimentación, horarios de trabajo, mezclas, procesos de producción. Toma de decisión en múltiples períodos: inventario. Planteamiento de un problema de transporte. Problemas de asignación. Problemas de trasbordo. Uso de software (Lindo, Lingo, WinQSB, Hoja de cálculo Solver)

UNIDAD 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Análisis de sensibilidad. Modificación de los coeficientes de la función objetivo: intervalo de factibilidad. Variación de los límites de las restricciones, cambios en los niveles de los recursos. Límites determinados por el análisis de sensibilidad. Regla del 100%

UNIDAD 4: PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

Programación entera pura. Programación entera mixta. Gráfica de soluciones enteras con dos variables. Algoritmo Branch and Bound. Uso de Variables Binarias. Casos especiales: Elaboración del presupuesto de capital, Costo fijo, Diseño de un sistema de distribución o inversiones financieras, Ubicación de sucursales bancarias, Optimización del diseño de productos y de la participación de mercado. Flexibilidad en el modelado con variables binarias. Desarrollo de modelos de programación entera. Uso de software (Lindo, Lingo, Hoja de cálculo)

UNIDAD 5: MODELOS DE REDES

Definiciones básicas. Problemas del camino más corto. Algoritmo de Dijkstra. Arboles de Extensión Mínima. Algoritmo de Ford Fulkerson. Problemas de flujo máximo. Programación por camino crítico: CPM y PERT. Compresión Costo-Tiempo. Problemas de transporte y trasbordo con notación de grafos. Compresión de redes con programación lineal.

UNIDAD 6: PROGRAMACIÓN DINÁMICA

Caracterización. Programación dinámica determinística. Programación dinámica discreta con horizonte limitado: proceso de decisión, política y trayectoria. Función de decisión: determinación de una política óptima. Problemas de redes, inventario, asignación de recursos y reemplazo de equipos. Programación dinámica probabilística. Modelo probabilístico de inventario.

UNIDAD 7: MODELOS DETERMINISTAS DE INVENTARIO Y CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO. MODELOS PROBABILÍSTICOS

Identificación de los elementos críticos del inventario con el análisis ABC. Modelo básico de cantidad económica de pedido. Cantidad óptima cuando se permiten descuentos por volumen, con tasa constante, con demandas que se pueden volver a pedir. Modelos con demanda incierta. Modelos con tiempos de entrega incierto.

UNIDAD 8: PROGRAMACIÓN POR METAS Y PROGRAMACIÓN NO LINEAL

Programación por metas. Ejemplo de programación por metas. Extensión a metas múltiples. Clasificación por niveles de prioridad. Programación por metas. Conceptos básicos de problemas de programación no lineal. Gráfica de problemas de programación no lineal. Tipos de problemas de programación no lineal. Modelos con restricciones lineales y con restricciones no lineales. Solución de PNL con una variable.

SUGERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS POR UNIDAD

Unidad 1: Anderson (capítulo 1) – Winston (Capítulo 1)- La página creada por [INFORMS](http://www.informs.org/) (Institute for Operations Research and the Management Sciences), Sociedad Norteamericana de Investigación Operativa, para explicar qué es la Investigación Operativa: <http://www.scienceofbetter.org/>

Unidad 2: Winston (Capítulo 3) – Render (Capítulo 9)

Unidad 3: Winston (Capítulo 5) - Anderson (capítulo 8)

Unidad 4: Anderson (capítulo 11)

Unidad 5: Anderson (Capítulo 13) - Hillier y Lieberman (Capítulo 10) – Krajewski (Capítulo 2) – Render (Capítulo 11 y 12)

Unidad 6: Winston (Capítulo 20 y 21)

Unidad 7: Anderson (Capítulo 14) – Krajewski (Capítulo 9)

Unidad 8: Render (2012) Capítulo 10

Metodología/Actividades y estrategias de enseñanza

CLASES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS: No hay separación entre clases teóricas y prácticas, cada clase tendrá la finalidad de introducir cada tema a los estudiantes, para que puedan comprender las bases y fundamentos de cada técnica, resolver dudas y también será el momento destinado para la adquisición de habilidades y estrategias de resolución y modelización de casos. Aquí se fomentará la discusión de conceptos, el diálogo productivo y creativo. La centralidad estará puesta siempre en el alumno.

Como tiene una alta carga horaria, se desarrolla mucha práctica en clase, formando grupos de trabajo que podrán constituirse aleatoriamente algunas veces y otras por afinidad y libre elección de acuerdo a la tarea asignada. El Campus Virtual se utilizará como complemento para el trabajo asincrónico, creando foros para discusión de soluciones o casos, para el planteo de dudas. También este será espacio para compartir los materiales, es decir como repositorio e intercambio y por último como espacio para las autoevaluaciones, entrega de tareas, y los procesos de co-evaluación.

TRABAJOS DE PROFUNDIZACIÓN E INVESTIGACIÓN: Se propone en estos espacios la búsqueda de información de actualidad en casos de uso de la investigación de operaciones, incluso de su utilización en ámbitos diferentes del ingenieril, como por ejemplo en el área administrativa contable, inventarios, logísticos, de ruteos, desarrollo de juegos, etc. Con este tipo de actividades de investigación se pretende acercar al estudiante en contextos de actualidad en la aplicación de los temas, y por otro lado acercarlos a sitios Web de asociaciones destinadas al estudio e investigación del área/tema, como por ejemplo en <http://www.Sadio.org.ar> que es de la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa.

De esta manera no sólo pueden intercambiarse conocimientos y la actualización de los mismos, sino que además muestra el significado y lo relevante del trabajo, estudio e investigación de forma multidisciplinaria, ya que la aplicación de los conocimientos de la investigación operativa puede trabajarse en múltiples áreas.

Es importante estrechar lo teórico con lo práctico, como así también lo académico con lo real, como forma de generación de conocimiento, considerando dicha práctica como praxis y no como mera aplicación o aplicacionismo.

DESARROLLO DE APLICACIONES Y/O PROGRAMACIÓN DE ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN: Se propone al alumno, de manera grupal, seleccionen algún algoritmo de optimización para su automatización en alguna unidad.

CLASES PRÁCTICAS EN LABORATORIO: Estas clases se impartirán en el laboratorio de sistemas con la finalidad de utilizar softwares específicos como Lindo, Excel-Solver, Ms Project, Lingo.

CRONOGRAMA: Como la centralidad de la enseñanza está puesta en el alumno, el cronograma que se presenta intenta mostrar el ordenamiento de los temas en el tiempo, pero si el interés planteado por los estudiantes nos llevase a otro orden, el mismo puede cambiar.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN: Las vías de comunicación serán los emails, la mensajería de la plataforma institucional, campus virtual y los encuentros en las clases presenciales. No se manejan redes sociales.

HORARIOS DE CONSULTA PRESENCIALES:

- 1er Cuatrimestre: Lunes de 18:30 a 19:30
- 2do Cuatrimestre: Jueves de 18:00 a 19:00

HORARIOS DE CONSULTA NO PRESENCIALES O VIRTUALES:

Su determinación se consensua a través de la comunicación vía e-mail o mensajería en plataforma virtual. Es a demanda en el marco de lo posible.

Recomendaciones para el estudio

El tema, que a lo largo del tiempo se ha presentado como más dificultoso, es el modelado lineal, esto tiene su fundamento en que deben modelarse a partir de situaciones problemáticas y las mismas siempre son diversas, definiendo variables, la función que se pretende optimizar, esto requiere de una toma de decisiones. Razón por la cual los caminos no son necesariamente iguales ni únicos, por otro lado, las matemáticas imponen sus propias reglas y es tarea de quien modela articular ambos espacios.

Se recomienda hacer mucha y diversa práctica porque solo con la experiencia se puedan sortear estos obstáculos. Trabajar con otros es una buena estrategia ya que el aprendizaje social colabora positivamente porque permite encontrar nuevos caminos y perspectivas para encontrar las soluciones óptimas.

Se sugiere poner el mismo interés en encontrar la solución óptima como en la interpretación de las soluciones para que realmente podamos orientar la toma de decisiones.

Metodología/estrategias de evaluación

El sistema de evaluación que se propone incluye una evaluación en 3 sentidos, autoevaluación, co-evaluación y heteroevaluación, esto se completa con una metodología que focaliza en la evaluación continua, incluyendo evaluaciones formativas y sumativas. La evaluación diagnóstica no será una instancia definida sino que se realizará una recuperación de saberes previos en conjunto dentro de la misma dinámica con que se introducen los primeros temas.

En consecuencia, los estudiantes se encontrarán en un proceso de evaluación continua, que incluirá metodologías tanto cualitativas como cuantitativas, justifica esta decisión la necesidad de evaluar competencias en término de sus tres saberes –conocer, ser y hacer – y el poder valorar no solo lo numérico

e instantáneo de un parcial sino poder hacer parte de la evaluación final el proceso de superación continua y sostenida dentro de su propio proceso de aprendizaje a lo largo de la cursada.

Las técnicas interpretadas como el modo de realizar las evaluaciones, incluirán trabajos individuales como parciales escritos y foros de participación, mientras que en lo grupal serán trabajos colaborativos, cooperativos y de exposición oral.

En este marco serán evidencias de aprendizaje, sus producciones escritas como los parciales, su desempeño áulico considerando aspectos como su participación en clase, actitud y estrategias de resolución, su claridad conceptual, la argumentación de sus ideas y la creatividad.

Por otro lado, como instrumentos se presentarán 4 autoevaluaciones, 3 guías de trabajos prácticos, por lo menos 2 foros virtuales de intercambio, 2 guías para la co-evaluación y las clases de presentación de los 2 trabajos de investigación científica.

Como el trabajo en grupo se ha tornado relevante en términos de competencia de egreso necesaria para los futuros profesionales, en cada instancia se observará su comportamiento y participación individual dentro del grupo y con el grupo, esto significa valorar su capacidad de escucha, su actitud ante la discrepancia, su capacidad de negociación y conciliación de las diferencias, y la valoración entre el conocimiento y la persona.

Para poder abordar los siguientes ítems haré esta aclaración:

Los saberes hacer se relacionan directamente con cada resultado de aprendizaje, pero si se considerasen en términos muy generales para la asignatura sería:

- Modela matemáticamente situaciones problemáticas
- Conoce diferentes técnicas que permiten optimizar funciones de utilidad
- Analiza las soluciones encontradas para comunicar toda información que permita acompañar la toma de decisiones.

Los saberes conocer: son los que se detallan en el apartado de contenidos,

Los saberes del ser, se consideran transversales, que se ven y aprenden desde el ejemplo del actuar, se promueven, pero no se enseñan desde la teoría como contenido, razón por la cual todos serán deseables y estimulados desde cada propuesta de la asignatura:

- Valores: Libertad, Solidaridad, Diálogo, Igualdad, Responsabilidad, Honestidad, Respeto por las ideas de otros, lo justo, espíritu de superación personal; cultura de trabajo
- Actitudes: Proactivos, Colaborativos, Escucha Activa, Participación en la clase sin reservas, Superación del error, los riesgos del individualismo, Pensamiento complejo.
- Normas: La forma de presentación de las justificaciones de las respuestas dadas a las situaciones problemáticas. Los procedimientos que indican el empleo de técnicas específicas. El cumplimiento de las actividades propuestas. El respeto del marco de trabajo fijado.

- **Evaluación del Aprendizaje de Recursos:** Los saberes hacer relacionado al uso de recursos se definen a través del uso de los softwares como medio para alcanzar los resultados y/o modelar problemas. Se presentan como un medio para un fin y no como un fin en si mismos.
- **Evaluación de cada Resultado de Aprendizaje.** De acuerdo a lo considerado anteriormente, los resultados de aprendizaje contarán con instancias de autoevaluación, co-evaluación y heteroevaluación, para ello se diseñan actividades de trabajos específicos grupales e individuales y de integración. Todas las instancias serán consideradas desde los tres saberes. El objetivo es socializar con los alumnos 1 rúbrica para cada resultado de aprendizaje para comenzar el trabajo espiralado hacia su construcción definitiva.

La gradualidad de los criterios se establece en 4 estados: No Logrado, Básico, Competente y Avanzado

El nivel de competente es el que le permitirá acceder a la Aprobación Directa.

Luego para la Aprobación No directa, cada criterio tendrá niveles de logro mínimos obligatorios, que de acuerdo al criterio podrán establecerse en alguno de las 3 primeras gradualidades.

Los instrumentos fueron definidos en la generalidad de este punto y pueden verse con claridad en el cronograma de la asignatura. Ver un Modelo de Rúbrica al final del presente

- **Rúbricas y otros instrumentos de evaluación de los Recursos:** Por ahora no se cuenta con rúbrica para el uso de recursos
- **Rúbricas y otros instrumentos de evaluación de los Resultados de Aprendizaje.** Cada resultado de aprendizaje cuenta con una rúbrica que será entregada junto con la documentación de la cátedra para que el estudiante conozca cuales son los criterios y aprendizajes en los que necesitará ser competente en cada Resultado de Aprendizaje. Esto permitirá dialogar con ellos lo que se pretende para certificar su nivel de competencia en la asignatura y en cada resultado de aprendizaje.

Estos instrumentos para la asignatura son elementos dinámicos, orientadores y flexibles. No son estáticos porque el conocimiento y los medios para alcanzarlos no lo son. No son Determinantes porque ya tenemos más conciencia de las incertezas, porque ellas deben ser capaces de absorber gradualidad y fundamentalmente porque su objeto es el aprendizaje del estudiante, haciendo casi un sujeto de su objeto. Y no Rígidos porque estos instrumentos deben evolucionar en el encuentro con los estudiantes, con el contexto de la enseñanza y con la evolución natural de la docente.

- **Condiciones y requisitos para aprobación Directa compatible con la normativa vigente será**
 - 75% de asistencia a las clases teórico-prácticas.
 - Aprobar 4 (cuatro) evaluaciones parciales escritas al nivel de “competente” o “avanzado” lo que equivale al 80% y hasta el 100% de las consignas solicitadas aprobadas en las fechas convenidas. No es promedio
 - Aprobar toda instancia de práctica o actividades propuestas evaluables, al nivel de competente y/o avanzado, es decir equivalente al 80% y hasta el 100% de las consignas resueltas correctamente.
 - Solo podrá recuperarse, sin perder la posibilidad de aprobación directa, (1) una sola instancia evaluativa de las 4 solicitadas. El resto de las actividades serán todas recuperables siempre y cuando no sea por inasistencia injustificada.

Condiciones y requisitos para “Aprobación No Directa – Examen Final”

- Asistencia 75% de las clases teórico-prácticas.
- Aprobar los cuatro exámenes parciales en un nivel “básico” lo que equivale desde el 60% hasta el 79% de las consignas resueltas correctamente en las fechas convenidas. No es promedio
- Aprobar los trabajos prácticos y/o cualquier propuesta evaluativa con nota de 6 (seis)
- Podrán recuperarse tres parciales, siempre que haya asistido a la primera evaluación. Si son por inasistencia justificada solo podrá recuperarse uno de los cuatro parciales. El resto de las actividades serán todas recuperables siempre y cuando no sea por inasistencia injustificada.

Los recuperatorios se detallan de acuerdo a la modalidad de la aprobación. La fecha para cada recuperatorio será consensuada y propuesta por los alumnos, para que pueda acomodarse correctamente con el resto de sus obligaciones académicas y asegurar un tiempo suficiente para el estudio de los temas no aprobados, siempre dentro del tiempo de cursada de la asignatura.

Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes (tentativo)

m es	D í a	Tema	H P	H N P	TIPO DE ACT	MEDIACIÓN PEDAGÓGICA	Instancia s
---------	-------------	------	--------	-------------	-------------------	-------------------------	----------------

						Evaluativ as			
MARZO	L	21	Presentación de la materia. Historia de la Investigación de Operaciones. Enfoque de la Investigación Operativa. Solución, análisis cuantitativo y toma de decisiones. Limitaciones de la Investigación de operaciones. Procesos de Modelización. Modelos Matemáticos y modelos de ingresos, utilidades, volumen y costos. Presentación de ejemplos y casos. Resolución.	3	3	TI	Presentación de la Asignatura. Diálogo e intercambio de ideas asociadas. Análisis de modelos, recuperación de conocimientos previos de modelado matemático. Discusión de propuestas de solución. Investigan definiciones de Investigación de Operaciones y aplicaciones en la ISI en web, trabajo que se compartirá a través de un foro de intercambio con referencias y preguntas.	Foro con HE	
	M	23	Programación Lineal: Introducción. Presentación de un problema lineal. Solución Gráfica e interpretación. Soluciones posibles: factible, básica, óptima Identificación de las Variables de Decisión y sus correlaciones con los recursos, coeficientes tecnológicos y económicos. Criterio de optimización.	4	3	RE	Resolución de Ejercicios. Se presenta un problema simple para que formulen un modelo, se realiza análisis de las variables de decisión y de recursos. Desarrollamos una gráfica para establecer la relación entre el problema y el modelo matemático y la solución óptima. Continúan resolviendo ejercicios simples		
	L	28	Problemas de maximización, de minimización y modelos especiales	3	3	ABP	Aprendizaje Basado en Problemas, se asigna a cada grupo un tipo especial de problema y cada uno se encarga de comprender, de tomar las generalidades y de desarrollar un problema para luego compartirlo al resto de los grupos	O C	
	M	30	Programación lineal	4				O C	
ABRIL	L	4	Programación lineal. Introducción al análisis de sensibilidad	3		LAB	Laboratorio. Usan diferentes softwares para resolver modelos (Lindo, Excel (solver), PHPSimplex, Lingo). Avanzamos en la explicación del reporte de análisis de sensibilidad		
	M	6	Programación Lineal + Análisis de Sensibilidad	4	3	EXP ORAL	Los grupos exponen cada tema, su síntesis, lo importante, las generalidades y los problemas que prepararon para el resto del grupo	C O E1	O C
	L	11	Análisis de sensibilidad. Modificación de los coeficientes de la función objetivo: intervalo de factibilidad. Variación de los límites de las restricciones, cambios en los niveles de los recursos. Límites determinados por el análisis de sensibilidad. Precios sombra y costos reducidos	3	3	CMP	Clase Magistral Participativa	A E	

	M	13	Programación lineal Problemas de Transporte, Asignación y Traslado.	4		ABP	Resolución de Problema. Se presenta una situación problemática simple. Modelan transporte, trasbordo y asignación. Validan e Interpretan las soluciones encontradas	OC			
	L	18	Programación lineal	3	3	AI - Res Caso	Resolución de Caso en grupos pequeños. Al final de la clase se exponen los avances y/o soluciones halladas	TP1	AE	OC	
	M	20	Primer Evaluación Parcial Escrita de PL y AS		4			P1			
	L	25	Programación Lineal: Método Simplex	3		CMP	Clase Magistral Participativa				
	M	27	Método Simplex de dos Fases. Casos especiales. Tipos de soluciones. Interpretación Económica del tablero de simplex	4	3	RE	Resolución de Ejercicios				
MAYO	L	2	Método Simplex de dos Fases	3	3	AI - Res Caso	Resolución de Caso de Integración Individual	TP2	OC		
	M	4	Programación entera. Tipos. Resolución gráfica. Variables binarias. Planteo de problemas de programación entera. Programación Mixta.	4		Trabajo Reflexivo	Resolución de ejercicios. Responden a una pregunta ¿ como obtener soluciones enteras en software y de manera gráfica?	OC			
	L	9	PL Entera: Algoritmo de resolución a través de del método de Ramificación y Acotamiento (Branch & Bound). PL Entera Casos Especiales. Uso de Variables Binarias	3	3	CMP +RE	Se presenta el funcionamiento del algoritmo. Modelan con variables binarias	OC			
	M	11	Segunda Evaluación Parcial Escrita de PLE, Simplex		4			P2			
	L	16	Redes: Definiciones básicas. Dibujo de la red. Árboles de Extensión Mínima. Problemas del camino más corto- Algoritmo Dijkstra. Problemas de flujo máximo. Algoritmo Ford-Fulkerson. Problemas de Transporte y Traslado resuelto por grafos y balance de flujos	3	3	CMP +RE	Clase Magistral Participativa + Ejercicios+ entrega de trabajo de integración que será el desarrollo de una aplicación que calcule modelos de redes en grupos de 2/3 alumnos				
	M	18	Proyectos. Programación por camino crítico: CPM: actividades normales, críticas y ficticias, diagrama de precedencia, ruta crítica.	4		RE	Resolución de Ejercicios	OC			
	L	23	PERT y cálculo de probabilidades. Compresión Costo-Tiempo. Solución con Programación Lineal	3	3	RE	Resolución de Problemas				
	M	25	FERIADO				AI-PROGR	Entrega de la aplicación. Co-evaluación y luego heteroevaluación	COE2		
	L	30	Tercera Evaluación Parcial Escrita de REDES		3				P3		

JUNIO	M	1	Modelos de Inventario. Análisis ABC. Función, terminología y clasificación de modelos de inventarios, Costos. Supuestos del modelo. Modelo básico de cantidad económica de pedido. Con tiempos de entrega distintos de cero.	4		CMP +RE	Clase Magistral Participativa + Ejercicios			
	L	6	Modelos de cantidad óptima cuando se permiten descuentos por volumen, con tasa constante, con demandas que se pueden volver a pedir. Comparación de modelos.	3	3	CMP +RE	Clase Magistral Participativa + Ejercicios	OC		
	M	8	Modelos de inventario con demandas probabilísticas	4		AI - Resolución de 2 Casos	Resolución de Dos Casos de Integración	AE3		
	L	13	Programación Dinámica determinística. Programación dinámica discreta con horizonte limitado: proceso de decisión, política y trayectoria. Función de decisión: determinación de una política óptima. Problemas de redes	3	3	RE	Ejercicios. TP3			
	M	15	P. Dinámica: Problemas de asignación de recursos, reemplazo de equipos e inventario	4		RE	Ejercicios. TP3	OC		
	L	20	FERIADO			3			TP3	
	M	22	Cuarta Evaluación Parcial Escrita de Inventarios y Programación Dinámica	4				P4		
	L	27	Programación por Metas y Programación No Lineal	3	6	CMP	Clase Magistral Participativa+ Desarrollo de Ejemplos. Lanzamiento de actividad de investigación grupal			
	M	29	Recuperatorios			4			R	
	JULIO	L	4	Programación por Metas y Programación No Lineal	3		TI	Presentación de un trabajo de investigación, publicado en revista científica sobre el tema de una unidad,	AE4	OC
M		6	Recuperatorios			4			R	
Verificación				105	48					
160*70%=112. Por feriados las horas presenciales serán 105. Se cumple la totalidad de horas no presenciales= 160*30%=48										

Otros recursos necesarios

- Espacios Físicos: aula, laboratorios de informático, equipamiento informático, biblioteca con libros de uso obligatorio
- Recursos tecnológicos de apoyo proyector multimedia, software Lindo, Excel+Solver, Lingo, Ms Project, equipo de sonido, aulas virtuales-plataforma Moodle, etc.
- Acceso a las bibliotecas on-line para la consulta de revistas científicas de la disciplina.

Bibliografía

a) Obligatoria o básica: (de acuerdo a los temas/capítulos)

ANDERSON, SWEENEY, WILLIAMS, CAMM, MARTIN. Métodos cuantitativos para los negocios, Ed. Thomson, 13ª Edición. 2016

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. “Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Suministro. 10ª Edición. Pearson Educación. México. 2013.

RENDER, B.; STAIR, R.; HANNA, M. “Métodos cuantitativos para los negocios”. Ed. Pearson Educación. 11ª Edición. 2012.

WINSTON, WAYNE L, Investigación de Operaciones. Thomson. Cuarta Edición. México. 2004.

b) Complementaria: (De acuerdo a los capítulos consultados la bibliografía principal se transforma en complementaria)

ALBERTO, C. y CARIGNANO, C. Apoyo Cuantitativo a las Decisiones. 4ta ed. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC. 2013.

EPPEN, G. D., GOULD, F. J., SCHMIDT, C .P., MOORE J., WEATHERFORD, L. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Pearson Prentice-Hall. 5ta Edición. México. 2000

HILLIER. LIEBERMAN. Investigación Operativa. McGrawHill. Séptima edición. México. 2004

TAHA, HANDY. Investigación de operaciones Ed. Pearson Prentice Hall, 7ª Edición. 2004.

TAHA, H. “Investigación de Operaciones”, Ed. Pearson Prentice Hall, 9ª Edición.2012 (versión digital)

ANEXO 1: FUNCIÓN DOCENCIA (optativo)

En este Anexo 1 (optativo) detallar las actividades previstas respecto a la función docencia en el marco de la asignatura

Reuniones de asignatura y área

Sería deseable reunirme con las asignaturas correlativas al dictado de ésta, para conocer si los aportes que esta asignatura ofrece son positivos y o si se requiere algún refuerzo en temas particulares.

Perspectiva de Género e Inclusión. Adaptación académica para la discapacidad.

La asignatura adhiere y promueve la igualdad de géneros, en concordancia con las leyes Nacionales e Internacionales y la Universidad Tecnológica Nacional "...que procuran garantizar el ingreso y permanencia en la Universidad sin ningún tipo de discriminación de ninguna naturaleza, y que prohíben, sancionan actos y manifestaciones que violan el deber de igualdad de trato."(UTN, Ord.1638/2018)

Dicha Ordenanza 1638/18 aprueba el Protocolo de Acción Institucional para la Prevención e Intervención ante Situaciones de Violencia y Discriminación de Género u Orientación Sexual, luego la Resolución CS 573/19 aprueba el Proyecto Integral de Discapacidad, Derechos Humanos y Género e Identidad de Género y la Resolución 1106/2019 del 22 de agosto de 2019 aprueba el Programa Institucional para la Prevención y Atención de las Víctimas de Violencia de Género en la UTN.

En este sentido me ocupa promover en mis actos y en los actos de los estudiantes estos valores que favorecen la inclusión sin discriminaciones.

Esta cátedra no se adhiere al uso del lenguaje inclusivo por creer que la verdadera desigualdad se produce en el acto más que en el lenguaje, pero si con el compromiso de cada día identificar con más claridad los géneros.

En términos de discapacidad y en el caso de presentarse algún estudiante con discapacidad, se procederá a la comunicación a las autoridades para que se gestionen las certificaciones que habiliten los recursos o medios tecnológicos que permitan la adaptación al aula y la ayuda para que el estudiante pueda tener un acceso equitativo a los contenidos y actividades que requiere el cursado de esta asignatura. Ejemplo de ello podrían ser, tiempos adicionales, ayudas extras, escribas, intérpretes, calculadoras parlantes, materiales/teclados en Braille, lupas de pantalla, grabaciones de clases con subtítulos entre otros.

Todo esto en el marco de lo que la Institución defina como política de Discapacidad en el sentido de que no violen los criterios de acreditación de UTN

Orientación de los alumnos en trabajos de campo, pasantías, visitas a empresas

Detalle y cronograma de actividades de trabajo de campo, visitas y/o pasantías previstas.

Atención y orientación de los alumnos

- **MEDIOS DE COMUNICACIÓN:** Las vías de comunicación serán los emails, la mensajería de la plataforma institucional y los encuentros en las clases presenciales. No se manejan redes sociales.

- **HORARIOS DE CONSULTA PRESENCIALES:**
 - 1er Cuatrimestre: Lunes de 18:30 a 19:30
 - 2do Cuatrimestre: Jueves de 18:00 a 19:00

- **HORARIOS DE CONSULTA NO PRESENCIALES O VIRTUALES:**

Su determinación se consensua a través de la comunicación vía e-mail o mensajería en plataforma virtual. Es a demanda en el marco de lo posible.

- **MOMENTO DE RECUPERACIÓN DE ACTIVIDADES NO CUMPLIDAS:** En el apartado de evaluación se explicitó que los momentos para los recuperatorios se realizarán en una fecha consensuada con los estudiantes e incluso propuesta por ellos para que puedan articular con el resto de sus obligaciones. Las dos restricciones son: el acuerdo entre los estudiantes que deben realizar la recuperación y el tiempo, que es el de la cursada de la asignatura, en este caso en el cuatrimestre.

- **ACTIVIDADES PREVIAS A LA CLASE QUE DEBEN REALIZAR LOS ESTUDIANTES:**

Al finalizar cada clase se anunciará si hay actividades específicas para realizar para la próxima clase.

- **ACTIVIDADES NO PRESENCIALES:** Las mismas serán presentadas a los estudiantes en las clases presenciales, solo por excepción a través de la mensajería de la plataforma. EN relación a los niveles de práctica o estudio, atendiendo a la diversidad de hábitos y modalidades ya presentes en cada estudiante solo haré las advertencias realizadas en “sugerencias de estudio”

- En términos de la competencia “**Aprender en forma continua y autónoma**” los momentos de la ejercitación con fuentes diversas, sin una guía de Ejercicios Seleccionados, estimulará la selección, la reinterpretación necesaria al cambiar de autores, y el aprendizaje autónomo. Cabe aclarar que hay momentos en que algunos se seleccionan y son los que se trabajan en clase. Otras veces sus propios trayectos autónomos son los que determinan la ejercitación en clase.

ANEXO 2: FUNCIÓN INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (optativo)

En este Anexo 2 (optativo) la cátedra detallará las actividades previstas respecto a la función docencia en el marco de la asignatura

Lineamientos de Investigación de la cátedra

Para introducir a las/os estudiantes a las actividades de investigación que realiza la cátedra, se recomienda incorporar al Programa analítico de la asignatura los lineamientos de investigación en los cuales la asignatura este participando.

Lineamientos de Extensión de la cátedra

Para introducir a las/os estudiantes a las actividades de Extensión que realiza la cátedra, se recomienda incorporar al Programa analítico de la asignatura los lineamientos de investigación en los cuales la asignatura este participando.

Actividades en las que pueden participar las/os estudiantes

Incluir todas aquellas instancias en las cuales los alumnos puedan incorporarse como participantes activos tanto en proyectos de investigación como de extensión, en la asignatura o mediante el trabajo conjunto con otras asignaturas del programa.

Eje: Investigación

Proyecto	Cronograma de actividades

Eje: Extensión

Proyecto	Cronograma de actividades

MODELO DE RÚBRICA

Crterios de Evaluación	Principiante	Básico	Competente	Avanzado
[Modela] [redes] [utilizando grafos]	Grafica de manera incompleta la situación problemática acorde a la nomenclatura de grafos, es decir no se indica comienzo, hay nodos sueltos, las fechas no tienen sentido (en el caso de corresponder)	Grafica de manera completa la situación problemática acorde a la nomenclatura de grafos, pero hay nodos sueltos y/o las fechas no tienen sentido (en el caso de corresponder)	Grafica de manera completa la situación problemática acorde a la nomenclatura de grafos	Grafica de manera completa la situación problemática acorde a la nomenclatura de grafos
	La legibilidad del grafo es confusa, los datos no se muestran de manera uniforme, es decir no presenta una trazabilidad comprobable, de izquierda a derecha o de arriba abajo y en términos de ordenamiento de acuerdo al caso	La legibilidad del grafo es aceptable, los datos no se muestran de manera uniforme.	El grafo es legible y prolijo	El grafo es legible y prolijo
[Aplica] [los algoritmos y/o métodos de resolución] [correctamente]	Aplica el/los algoritmos con errores procedimentales, no alcanza la solución óptima	Aplica el algoritmo paso a paso de forma correcta, alcanza la solución óptima pero no justifica el uso de la técnica	Aplica el algoritmo paso a paso, alcanza la solución óptima y justifica la técnica empleada	Aplica el algoritmo paso a paso, alcanza la solución óptima y justifica la técnica empleada
[Interpreta] [las soluciones encontradas] [de acuerdo al contexto de certidumbre e incertidumbre] y [con el análisis de sensibilidad de las soluciones si correspondiese, y con el nivel de detalle necesario para la comprensión amplia de las soluciones y problemáticas encontradas si fuese pertinente]	No analiza la solución encontrada	Analiza la solución encontrada, pero no la contextualiza con el problema	Analiza la solución encontrada, explica la sensibilidad de las variables en la solución y/o expone problemas contextuales evidenciados en la solución	Analiza la solución encontrada, explica la sensibilidad de las variables en la solución y/o expone problemas contextuales evidenciados en la solución. Avanza en propuestas de resolución de los nuevos problemas detectados o ensaya nuevos escenarios
	No valida los resultados obtenidos ni los confronta con el problema	Valida sólo los resultados obtenidos	Valida los resultados frente al problema planteado	Valida los resultados frente al problema planteado
	No extrae información adicional a la solución óptima	Extrae información adicional mínima desde la solución óptima	Extrae información adicional a la solución óptima y analiza con mayor profundidad el problema	Extrae información adicional a la solución óptima que permiten analizar con mayor profundidad el problema y propone soluciones alternativas

	Comunica estrictamente el resultado numérico, es decir los datos, utilizando lenguaje escrito u oral ambiguo. No incluye orientación hacia la toma de decisiones	Comunica utilizando un lenguaje formal y claro pero extremadamente técnico, para expresar la solución encontrada. No incluye orientación hacia la toma de decisiones	Comunica utilizando un lenguaje formal y claro para expresar la solución encontrada, los recursos utilizados, los problemas hallados, los espacios de solución sensible a los cambios, la identificación de las variables y las probabilidades asociadas en caso de corresponder, en el contexto de la solución óptima. Argumenta con orientación hacia la toma de decisiones.	Comunica utilizando un lenguaje formal y claro para expresar la solución encontrada, los recursos utilizados, los problemas hallados, los espacios de solución sensible a los cambios, la identificación de las variables y las probabilidades asociadas en caso de corresponder, en el contexto de la solución óptima. Argumenta con orientación hacia la toma de decisiones. Sugiere cambios que colaboren en la situación problemática ensayando modificaciones posibles y su impacto sobre las decisiones tomadas.
[Programa] [los algoritmos y/o técnicas específicas] [que calculan la ruta más corta, el flujo máximo y redes de proyectos]	Escribe los algoritmos en pseudocódigo con errores	Escribe correctamente los algoritmos en pseudocódigo	Escribe los algoritmos en pseudocódigo y en código de programación	Escribe los algoritmos en pseudocódigo y en código de programación
	Diseña una interfaz sin indicaciones acerca de la forma de carga de la información generando ambigüedades	Diseña una interfaz clara y unívoca para la carga de datos	Diseña una interfaz clara y unívoca para la carga de datos. Su diseño es armónico y específica requerimientos para su correcto funcionamiento	Diseña una interfaz clara y unívoca para la carga de datos. Su diseño es armónico y específica requerimientos para su correcto funcionamiento. Sus salidas contienen algunas explicaciones asociadas al resultado
	La aplicación no procesa exitosamente los datos y no calcula correctamente	La aplicación procesa exitosamente los datos pero no calcula siempre correctamente	La aplicación procesa exitosamente los datos y calcula correctamente	La aplicación procesa exitosamente los datos y calcula correctamente. Aporta salidas gráficas a las numéricas