



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

<b>AÑO:</b>	2016	<b>PERIODO:</b>	PRIMER TÉRMINO
<b>MATERIA:</b>	ICM01255	<b>PROFESORES:</b>	ALFREDO ARMIJOS DE LA CRUZ
<b>EVALUACIÓN:</b>	PRIMERA	<b>FECHA:</b>	28-JUN-2016

**COMPROMISO DE HONOR**

Yo, ..... al firmar este compromiso, reconozco que el presente examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, que puedo usar una calculadora ordinaria para cálculos aritméticos, un lápiz o esferográfico; que solo puedo comunicarme con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiere traído, debo apagarlo y depositarlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No debo además, consultar libros, notas, ni apuntes adicionales a las que se entreguen en esta evaluación. Los temas debo desarrollarlos de manera ordenada.

*Firmo al pie del presente compromiso, como constancia de haber leído y aceptar la declaración anterior.*

"Como estudiante de ESPOL me comprometo a combatir la mediocridad y actuar con honestidad, por eso no copio ni dejo copiar".

Firma

NÚMERO DE MATRÍCULA:.....

PARALELO:.....

**EXÁMEN DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES II**

**Tema No.1 (20 puntos)**

Aldi S.A. ha detectado problemas en la atención de sus clientes, lo que ha afectado las ventas del último año. En los análisis de la Junta Directiva se evidencia que estos problemas no son producto de la falta de capacidad de producción, sino de la pobre comunicación que existe entre los departamentos, Ventas, Mercadeo, Manufactura y Almacenamiento por lo que ha decidido actualizar por completo el sistema informático. La actualización será progresiva, actualizando el primer mes al departamento de Ventas el cual cuenta con 60 empleados, el segundo mes se actualizará el departamento de Manufactura con 200 empleados, el tercer mes Almacenamiento con 30 y finalmente Mercadeo con 75. Para realizar estas actualizaciones, se requiere comprar servidores, de los cuales tienen 4 propuestas en firme:

<b>Tipo de Servidor</b>	<b>Máximo número de empleados a poder conectar por servidor</b>	<b>Costo del servidor</b>
<b>1</b>	30	\$ 2,500.00
<b>2</b>	80	\$ 5,000.00
<b>3</b>	200	\$ 10,000.00
<b>4</b>	2000	\$ 25,000.00

La Junta Directiva delega la responsabilidad de esta actualización al departamento de información, dándole los siguientes lineamientos y posibilidades:

- 1.- Los servidores se deberán comprar en cualquiera de los 4 meses de tal manera que se pueda atender la demanda de usuarios y se minimice el costo, dando la posibilidad de comprar un servidor poderoso desde el principio o 2 o 3 servidores con menor capacidad de acuerdo como se va incrementando la demanda.
- 2.- El Proveedor 3 está dispuesto a dar un descuento del 10% en cada servidor que se compre, siempre y cuando estos se compren dentro de los 2 primeros meses.
- 3.- El Proveedor 4 está dispuesto a dar un descuento del 25% en cada servidor que se compre, siempre y cuando estos se compren dentro de los 2 primeros meses.

4.- El Departamento de Manufactura requiere que al menos unos de los 3 servidores más poderosos.

- a) Desarrolle un modelo de programación entera que determine el plan óptimo de compra, a fin de minimizar el costo total de adquisición y permita actualizar a todos los usuarios sin problemas.
- b) En función del modelo desarrollado anteriormente, describa el código en GAMS que permitirá optimizar el plan de abastecimiento de Aldi S.A.

### Tema No.2 (10 puntos)

En una fábrica existe una oficina de la Seguridad Social a la que los obreros tienen acceso durante las horas de trabajo. El jefe de personal, que ha observado la afluencia de obreros a la ventanilla, ha solicitado que se haga un estudio relativo al funcionamiento de este servicio. Se designa a un especialista para que determine el tiempo medio de espera de los obreros en la cola y la duración media de la conversación que cada uno mantiene con el empleado de la ventanilla. Este analista llega a la conclusión de que durante la primera y la última media hora de la jornada la afluencia es muy reducida y fluctuante, pero que durante el resto de la jornada el fenómeno se puede considerar estacionario. Del análisis de 100 periodos de 5 minutos, sucesivos o no, pero situados en la fase estacionaria, se dedujo que el número medio de obreros que acudían a la ventanilla era de 1.25 por periodo y que el tiempo entre llegadas seguía una distribución exponencial. Un estudio similar sobre la duración de las conversaciones, llevó a la conclusión de que se distribuían exponencialmente con duración de 3.33 minutos. Determine:

- a) Número medio de obreros en la cola y tiempo medio de espera en la cola
- b) Compare el tiempo perdido por los obreros con el tiempo perdido por el oficinista. Calcule el costo para la empresa, si una hora de inactividad del oficinista cuesta \$250 y una hora del obrero \$400. ¿Sería rentable colocar otra ventanilla?

### Tema No.3 (10 puntos)

Una compañía ferroviaria pinta sus propios vagones, según se vayan necesitando, en sus propios talleres donde se pinta a mano de uno en uno con una velocidad que se distribuye según una exponencial con media una cada 4 horas y un coste anual de 4 millones de dólares. Se ha determinado que los vagones pueden llegar según un proceso de Poisson de media una cada 5 horas. Además, el coste por cada vagón que no está activo es de 500 dólares la hora.

Se plantean otras dos posibilidades. Una es encargar dicho trabajo a una empresa de pintura que lo haría con aerosol con el consiguiente ahorro de tiempo. Sin embargo, el presupuesto para esta segunda alternativa es de 10 millones de dólares anuales. En este caso, el proceso se aproxima a uno de Poisson con una tasa de uno cada 3 horas. La otra opción es poner otro taller exactamente igual al que hay actualmente, con igual tasa de servicio y coste anual que permita pintar dos vagones a la vez.

En todos los casos el trabajo se considera ininterrumpido, esto es, se trabajan  $24 \times 365 = 8760$  horas anuales. ¿Cuál de los tres procedimientos es preferible?

### Tema No.4 (10 puntos)

Aplique el algoritmo de ramificación y acotamiento (B&B) para resolver el siguiente problema:

$$\text{Minimizar } Z = 5X_1 + 6X_2 + 7X_3 + 8X_4 + 9X_5$$

sujeta a

$$3X_1 - X_2 + X_3 + X_4 - 2X_5 \geq 2$$

$$X_1 + 3X_2 - X_3 - 2X_4 + X_5 \geq 0$$

$$-X_1 - X_2 + 3X_3 + X_4 + X_5 \geq 1$$

$$X_j \text{ es binario } \forall j = 1, 2, \dots, 5.$$