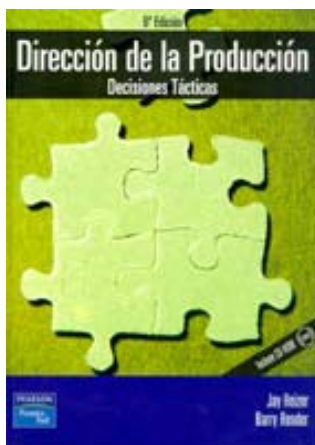


ORG PRO[®] 1.1



PROGRAMAS DE CÁLCULO DE
ORGANIZACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN BASADOS EN LOS
LIBROS "DIRECCIÓN DE LA
PRODUCCIÓN. DECISIONES
ESTRATÉGICAS Y DECISIONES
TÁCTICAS".

JOSÉ MANUEL GÓMEZ VEGA.
E.T.S. INGENIEROS INDUSTRIALES – U.N.E.D.
"ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN".
(6º MECÁNICA DE MÁQUINAS).
TRABAJO VOLUNTARIO. DICIEMBRE 2005.

PROGRAMA PARA EJECUTAR EN CALCULADORAS:

TEXAS INSTRUMENTS 92 PLUS / VOYAGE 200

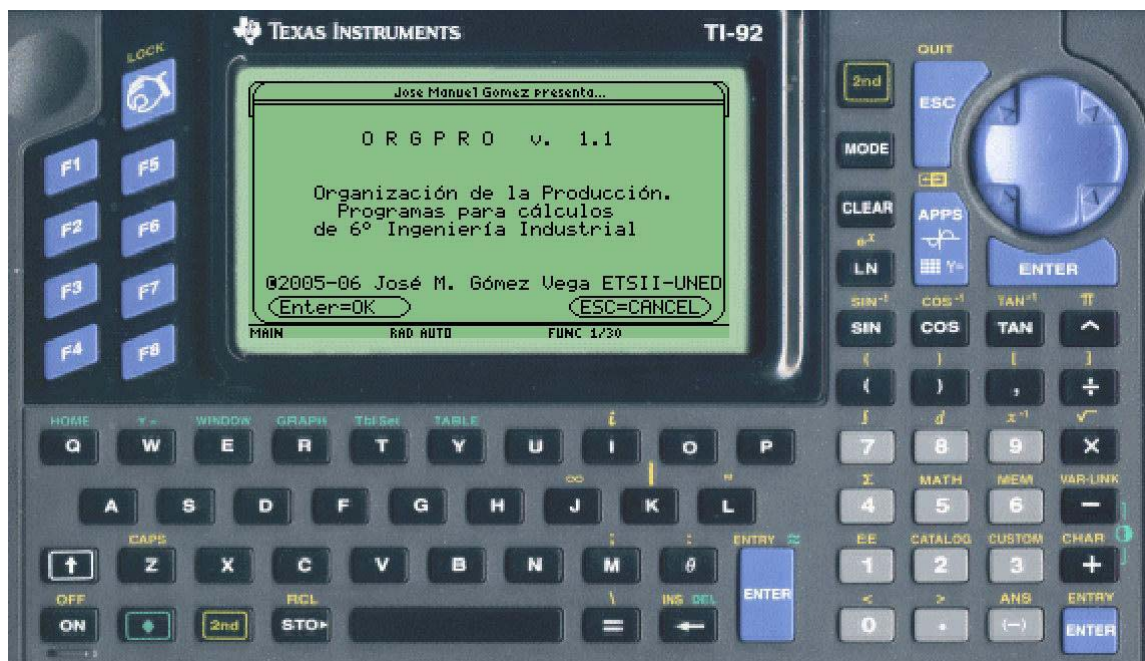
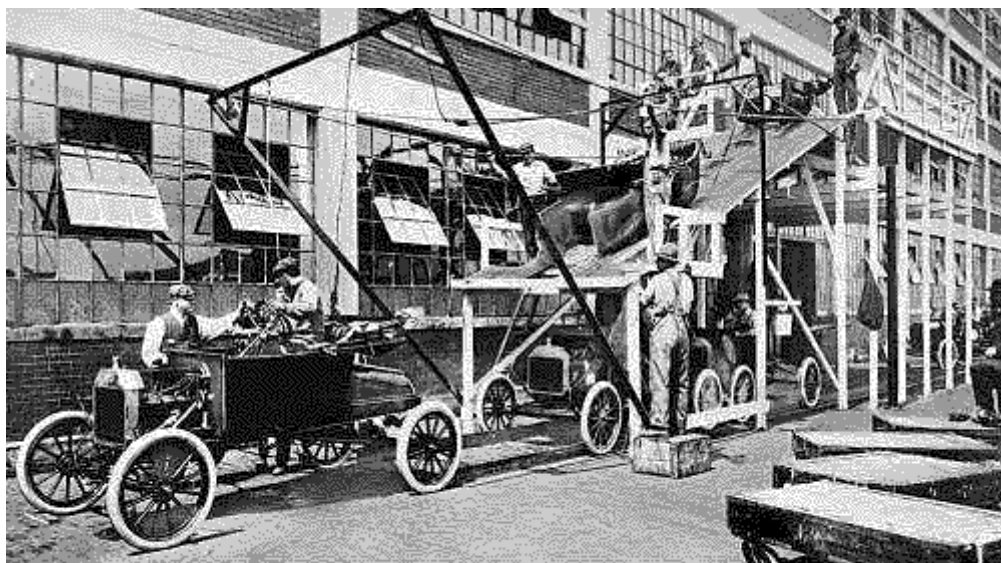


Imagen del programa para la TI 92 plus.

SE PUEDE UTILIZAR EN UN PC BAJO WINDOWS CON EL EMULADOR **VTI 2.5 BETA**, AUNQUE PUEDEN TAMBIÉN USARSE OTROS EMULADORES COMO EL **TI-EMU**.



Copyright (c) 1994, 1995 Compton's NewMedia, Inc. All Rights Reserved
Ford Motor Co.

Cadena de montaje usada en la compañía Ford, donde parte de la carrocería se pasaba por encima de la línea de fabricación.

ÍNDICE.

1. PRESENTACIÓN.....	Pág. 3
2. REQUISITOS PARA EL PROGRAMA.....	Pág. 4
3. INSTALACIÓN, MEMORIA, USO.....	Pág. 5
4. TIPOS DE PROBLEMAS QUE RESUELVE.....	Pág. 6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CON EJEMPLOS RESUELTOS DE LOS LIBROS DE TEXTO.....	Pág. 7
6. LISTADO DEL CONJUNTO DE PROGRAMAS QUE INTEGRAN ORG PRO.....	Pág. 31

Org Pro® es un conjunto de programas de ejecución sencilla que muestra los resultados paso a paso. Presenta información en pantalla de los resultados como si los problemas estuviesen escritos en un libro, con ecuaciones e indicaciones precisas. Sirve para los cálculos del área de **Organización de la Producción** referentes a productividades, previsiones y control estadístico de procesos.

1.- PRESENTACIÓN.

El conjunto de programas Org Pro 1.1 versa sobre varios temas de la Organización de la Producción, y están basados en el tratamiento analítico efectuado en los dos tomos de "Dirección de la Producción" (Decisiones estratégicas I y Decisiones tácticas II), de J. Heizer y B. Render, de la editorial Pearson-Prentice Hall.

Enfoca tres áreas distintas dentro de dicha disciplina económico-organizativa, como son: **productividad, previsión y control estadístico de procesos.**

Los programas se lanzan desde un único programa, llamado **orgpro**, y puede seleccionarse, primero, el área de cálculo dentro de esos tres tipos referidos, y segundo, el tipo de cálculo relacionado.

Los programas presentan cálculos analíticos y gráficos cuando se requieran en el cálculo. La diferencia entre el uso de uno de estos programas con respecto a los programas que vienen en el CD-Rom del libro en formato Excel, es que, en la hoja de cálculo, aunque es muy explícita, hay que rellenar celdas y es posible equivocarse a la hora de hacerlo, mientras que en el conjunto de programas que he realizado la introducción de datos es secuencial y de una forma cómoda que evita ese tipo de errores. Como conocedor que soy de programas ejecutados con macros de Excel, podría mejorarse mucho la interfaz, incorporando botones de introducción de datos, y de esa forma no llegar a la posibilidad de los errores antedichos. Además, nada más balbucear con Excel-OM (hoja de cálculo de los programas del CD-Rom del libro), hallé un error en la fórmula de las medias ponderadas, por lo que no usé mucho estos programas.

A pesar del esmero y las correcciones efectuadas a Org Pro 1.1 es posible que quede algún defecto en el tintero. Es por ello que después de usado este programa agradecería a cualquier persona que observe algún error, lo comuniqué al siguiente correo:

gomezvega@hotmail.com

2.- REQUISITOS PARA EL PROGRAMA.

Org Pro 1.1 se ha realizado en el lenguaje de programación TI-Basic. Se trata de una versión moderna del Basic con la incorporación de una colección de funciones matemáticas potentes mediante el sistema operativo AMS 2.09 de la Texas Instruments 92 Plus. Actualmente esta calculadora está en desuso (la mía tiene unos 4 años) y ha sido sustituida por la Voyage 200, hermana mayor con mucha más memoria, que es 100 % compatible.

Presenta ciertas diferencias con la más popular TI 89 y ahora con la TI 89 Titanium, debido a la pantalla, que en estas últimas es más pequeña, de tal forma que el programa no es compatible con estas calculadoras, si bien reajustando algunos comandos como Disp, Text, Output, etc. a los valores máximos de pantalla, podrían *correr* en estas calculadoras.

Para ejecutar el programa se necesita:

- i) Una calculadora TI 92 Plus o una Voyage 200 y/o...
- ii) Un ordenador PC con el emulador VTI 2.5 beta (u otro emulador compatible) y una versión del sistema operativo de la calculadora (se obtienen en Internet o bien a través de la calculadora, copiando el S.O al emulador).
- iii) El programa en sí (bloque de programas), que en el emulador puede ser un archivo de estado grabado previamente.

El envío como trabajo para su evaluación por el equipo docente de la asignatura, incorpora el emulador bajo Windows y el archivo imagen del programa precargado en el emulador para ejecutarse directamente, con las instrucciones específicas de manejo.

3.- INSTALACIÓN, MEMORIA, USO.

Este apartado es para detallar cómo se puede ejecutar Org Pro 1.1 para cualquier tipo de usuario. Todo el proceso detallado del emulador está ya entregado en el CD-Rom: emulador con Org Pro preinstalado. Esto está escrito para servir al mismo tiempo de manual de usuario del programa para personas que lo intenten aprovechar en internet de forma gratuita.

A partir de ahora, el grupo de programas que conforman Org Pro se le llamará simplemente el programa.

Memoria.

Para la TI 92 Plus el programa ocupa en la memoria 135 Kbytes, quedando 191 Kbytes de RAM libre y 590 Kbytes libres de Flash ROM. El programa puede ejecutarse con otros programas distintos si hay memoria suficiente. Se recomienda su archivado en la calculadora para ganar en rapidez de ejecución.

Instalación en calculadora.

Para instalar el programa en la calculadora pueden lanzarse los programas mediante el software TI Connect (la versión actual es 1.6, aunque vale desde la 1.1) y el cable negro que suministra Texas Instruments (u otro más moderno o de características similares compatibles). También pueden enviarse los ficheros mediante el software TI Graph Link, que últimamente va integrado con TI Connect. No detallo el uso de estos programas pues para usuarios de la calculadora serán conocidos y su manejo es fácil e intuitivo, no siendo este escrito el indicado para detallar estos pormenores, debiéndose acudir a los manuales correspondientes de estos programas.

Instalando Org Pro en el emulador Virtual TI (Vti) 2.5 Beta.

Para poder manejar el programa en un PC bajo plataforma Windows, se emplean emuladores. No conozco nada más que uno bien y debe ser el mejor: el Vti 2.5 Beta, por los comentarios que he leído. No obstante, más recientemente ha aparecido otro emulador popular, el TI-Emu, el cual no conozco casi nada.

El emulador Vti 2.5 permite obtener los cálculos, visualizar y ejecutar programas, exactamente igual a como se realizarían en la calculadora, e incluso

deja que el proceso vaya más rápido según el procesador del PC cambiando una opción.

Modo de ejecutar los programas con el emulador.

Para que el programa funcione en el PC, se necesitan hacer los siguientes pasos:

Sistema Operativo para la Texas Instruments 92 Plus, donde hay que hacer una cuenta de usuario con una cuenta de correo. Una vez hecho esto se puede descargar (unos 1.800 Kbytes). Se necesita el S.O. para el emulador; sin él no funciona. La última versión del S.O. es la 2.09.

<http://education.ti.com/us/product/apps/92pos.html>

Conseguir el emulador Vti 2.5 Beta para la TI 92 Plus de Internet:

<http://www.ticalc.org/archives/files/fileinfo/84/8442.html>

En esta página se consigue el manual del Emulador en castellano (y también el mismo emulador y la misma versión):

<http://www.geocities.com/tiespjar/misarchivos.htm#vti>

Se instala el programa en el ordenador.

El archivo que inicia el emulador es: Vti.exe (icono de una calculadora). Hay que pulsar sobre él como un programa normal bajo Windows.

El archivo del sistema operativo hay que mantenerlo siempre en la misma carpeta que Vti.exe para que funcione el emulador.

El manual de usuario del emulador es muy fácil de leer. Está en castellano.

Para cargar Orgpro en el emulador solo hay que pulsar el botón derecho del ratón en la pantalla del emulador en ejecución una vez ya esté cargado el sistema operativo de la TI 92 Plus; se abrirá un conjunto de instrucciones, se selecciona *Load State Image*. Hay que buscar con *Abrir* el lugar donde está el estado del emulador que contiene el programa, llamado *Org pro.sav* y al seleccionar se carga y reemplaza el estado anterior precargado de la calculadora.

Para el equipo docente: todo el proceso anterior no hay que hacerlo, pues ya se ha suministrado el emulador, el programa cargado, el sistema operativo, etc. El programa Vti.exe del emulador va cargado con *Org pro.sav*, que es el estado de la calculadora preinstalado en el emulador para ejecutar el programa, en vez de enviar el grupo de programas al emulador, pues es más fácil de hacer. Por tanto, si no se modifica el estado actual salvando ningún otro estado mediante *Save State Image*, tras pulsar con el botón derecho del ratón sobre el emulador, tras elegir esa opción, siempre al arrancar tendremos el programa Org Pro donde se quedó la última vez.

4.- TIPOS DE PROBLEMAS QUE RESUELVE.

El programa Org Pro calcula varios tipos de problemas del área de la Organización y Dirección de la Producción, siguiendo los libros ya referidos que forman parte de la bibliografía básica de la asignatura "Organización de la Producción", de 6º de Ingeniería Industrial por la Uned (Mecánica de Máquinas).

Vamos a concretar qué tipos de problemas puede resolver el programa.

1) Productividad.

Resuelve la medida de la productividad, tanto si es monofactorial como multifactorial.

2) Previsión.

Calcula problemas sobre previsiones temporales: medias móviles, medias móviles ponderadas, alisado exponencial (con desviación absoluta media y error cuadrático medio), alisado exponencial con ajuste de la tendencia, proyecciones de la tendencia con mínimos cuadrados, variaciones estacionales de los datos. También calcula problemas de métodos de previsión causal: análisis de regresión con error estándar de la estimación y con coeficiente de correlación. Realiza igualmente cálculos de seguimiento y control de las previsiones con señales de rastreo.

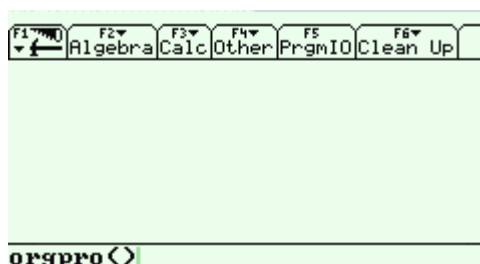
3) Control Estadístico de procesos.

Realiza los gráficos de control para variables: de medias y de intervalos, (en este caso con un menú que permite elegir entre las variables que se tienen como datos); resuelve los gráficos de control para atributos: gráficos p y c; determina la capacidad del proceso y la calidad media de salida.

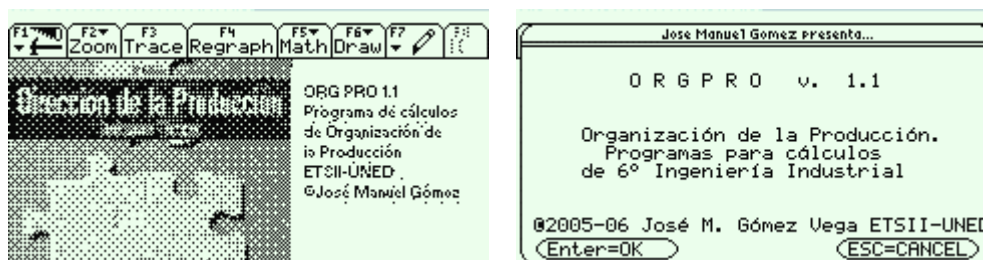
5.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CON EJEMPLOS RESUELTOS DE LOS LIBROS DE TEXTO.

INICIO DE ORG PRO.

Tanto en la calculadora como en el emulador, para iniciar el programa se pulsa orgpro y luego dos paréntesis de apertura y cierre seguidos de paréntesis, es decir: **orgpro()**. A continuación se pulsa **Enter** y comienza el programa.

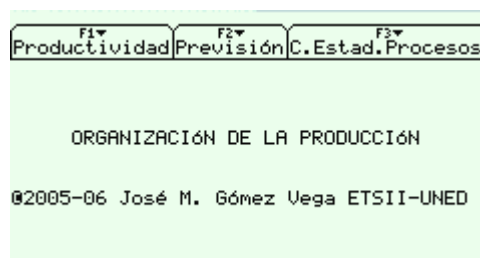


Acto seguido comienza la presentación con las dos pantallas siguientes, en las que aparece la referencia al programa, al autor y a los libros en los que se basa a la hora de hacer los cálculos, mediante una ilustración de la portada.

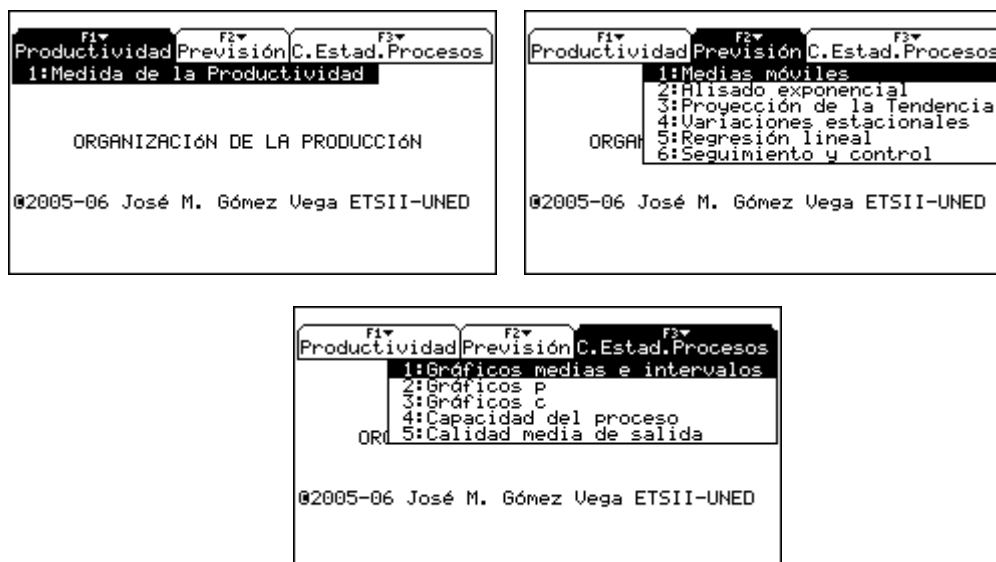


A continuación observamos la pantalla del menú principal del programa. A través de ella se seleccionan los tipos de cálculo de acuerdo a la barra superior, donde:

F1: Productividad, F2: Previsión, F3: Control Estadístico de Procesos.



Vemos el contenido de todos los menús presionando las teclas F1, F2 y F3 consecutivamente:



Eligiendo uno de los tres botones superiores podremos realizar luego el cálculo que queramos con sólo elegir el nº asociado y presionarlo en la calculadora o en el emulador o bien bajando con la tecla de las flechas y pulsando Enter.

Vamos a ir explicando uno a uno todos los cálculos que se pueden hacer, con los ejemplos del libro **"Dirección de la producción. Decisiones Estratégicas"** de Pearson-Prentice Hall, realizados con el programa Org Pro.

F1. PRODUCTIVIDAD.

Sólo existe una opción.

1. MEDIDA DE LA PRODUCTIVIDAD.

Calcula la medida de la productividad. Puede emplearse productividad **monofactorial** o **multifactorial**, y puede ser **única** o **comparativa**.

Ejemplo 2, Capítulo 1. Operaciones y productividad, pág. 19.

EL RETO DE LA PRODUCTIVIDAD	19
<p>Collins Title Company tiene una plantilla de 4 personas, que trabajan cada una 8 horas al día, con un gasto en nóminas de 640 dólares al día y unos gastos de estructura de 400 dólares al día. Collins gestiona y cierra 8 títulos al día. La empresa ha adquirido recientemente un sistema computerizado de búsqueda de títulos que permitirá procesar 14 títulos diarios. Aunque el personal, el horario de trabajo y el salario sean iguales, los gastos de estructura pasan a ser de 800 dólares al día.</p>	EJEMPLO 2

Productividad del trabajo monofactorial comparativo.

Secuencia de pantallas, algunas de selección, otras de entrada de datos.

<p>Productividad</p> <p>1: Monofactorial 2: Multifactorial</p>	<p>Productividad</p> <p>1: Productividad única 2: Productividad comparativa</p>
<p>Señale el input empleado...</p> <p>1: Trabajo 2: Material 3: Energía 4: Capital 5: Otro</p>	<p>Unidades producidas Sistema 1 ? 8 Input empleado de Trabajo ? 32</p>
<p>Unidades producidas Sistema 2 ? 14 Input empleado de Trabajo ? 32</p>	<p>Unidades producidas</p> <p>Productividad = $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Trabajo}}$</p> <p>Sistema Nº 1 pr1 = .25 Sistema Nº 2 pr2 = .4375 El Sistema Nº 2 incrementa la productividad en un 75. %</p>

Productividad del trabajo multifactorial comparativo.

The screenshots show a software interface for productivity calculations. The first two windows show menu options: '1: Monofactorial' vs '2: Multifactorial' and '1: Productividad Única' vs '2: Productividad comparativa'. The next two windows show input fields for 'SISTEMA Nº 1' and 'SISTEMA Nº 2' with values for units produced, labor, material, energy, capital, and others. The final screenshot shows the calculated productivity values and a percentage increase for Sistema Nº 2.

Obsérvese que los decimales en mis calculos son mejores, porque en el problema se ha usado la aproximación de cuatro cifras decimales en ambas productividades. La diferencia es insignificante cara a efectos prácticos.

Se ha analizado un problema doble en este caso. No se hace hincapié en la productividad única en la que sólo aparece una sola que no se compara.

F2. PREVISIÓN.

Hay seis opciones para elegir:

1. Medias móviles, 2. Alisado Exponencial, 3. Proyección de la Tendencia,
4. Variaciones Estacionales, 5. Regresión lineal, 6. Seguimiento y Control.

Pasemos a examinar con ejemplos del libro cada una de ellas.

1. MEDIAS MÓVILES.

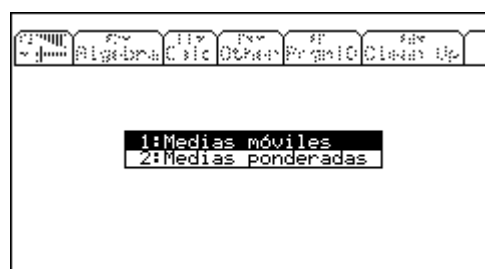
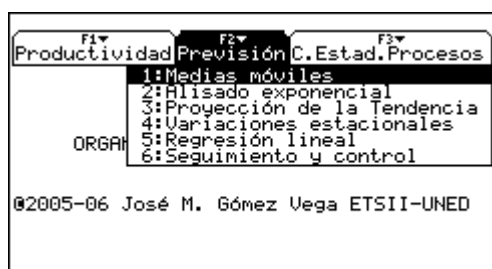
Aplicamos una serie de valores recientes y se supone que dichos valores del mercado serán constantes a lo largo del tiempo. Incluye las **medias móviles (normales)** y las **medias móviles ponderadas**.

Ejemplo 1, Capítulo 4. Previsión, pág. 90.**EJEMPLO 1**

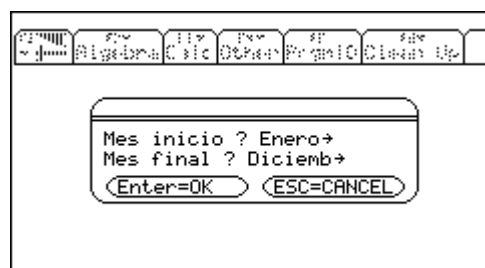
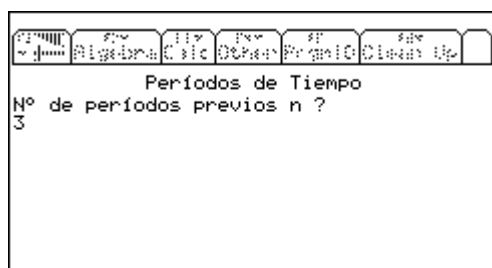
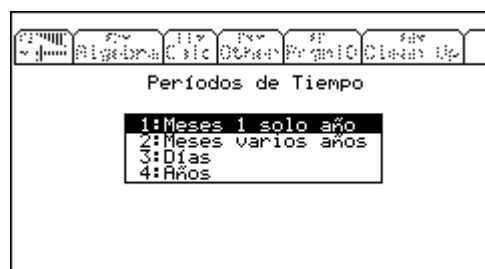
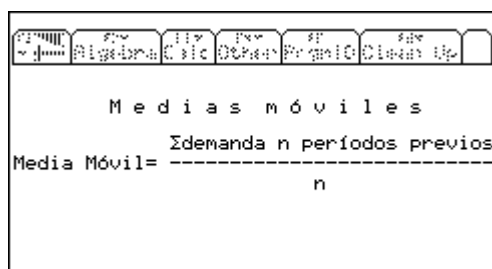
Las ventas de cobertizos en el Garden Center de Donna se muestran en la columna central de la tabla. En la columna de la derecha aparece una media móvil de 3 meses.

Mes	Ventas reales de cobertizos	Media móvil trimestral
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$(10 + 12 + 13)/3 = 11\frac{2}{3}$
Ma yo	19	$(12 + 13 + 16)/3 = 13\frac{2}{3}$
Junio	23	$(13 + 16 + 19)/3 = 16$
Julio	26	$(16 + 19 + 23)/3 = 19\frac{1}{3}$
Agosto	30	$(19 + 23 + 26)/3 = 22\frac{2}{3}$
Septiembre	28	$(23 + 26 + 30)/3 = 26\frac{1}{3}$
Octubre	18	$(26 + 30 + 28)/3 = 28$
Noviembre	16	$(30 + 28 + 18)/3 = 25\frac{1}{3}$
Diciembre	14	$(28 + 18 + 16)/3 = 20\frac{2}{3}$

De esta forma, vemos que la previsión para Diciembre es de $20\frac{2}{3}$. Para preveer la demanda de los cobertizos en el próximo mes de enero, se suman las ventas de octubre, noviembre, y diciembre, y se dividen entre 3: la previsión para enero = $(18 + 16 + 14)/3 = 16$.



Se puede optar por elegir varios tipos de períodos de tiempo.



Algebra	Calc	Other	Program	IO	Clear	Up
Período N° 1 de 12						
Enero						
Valor real ?						
10						

Algebra	Calc	Other	Program	IO	Clear	Up
Período N° 2 de 12						
Febrero						
Valor real ?						
12						

Se han obviado el resto de datos por ser datos repetitivos y que no suponen una merma en la presentación visual de la resolución a este problema. Tras introducir el dato de las 12 ventas reales, aparece la media móvil trimestral en una tabla que puede desplazarse con las teclas azules de dirección, en la esquina superior derecha de la calculadora o del emulador.

Algebra	Calc	Other	Program	IO	Clear	Up
Resultado :						
"Período"	1.	2.	3.	4.		
"Mes"	enero	febrero	marzo	4.		
"Valor Real"	10.	12.	13.	1		
"Media Móvil "	0.	0.	0.	1		

Algebra	Calc	Other	Program	IO	Clear	Up
Resultado :						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	
enero	febrero	marzo	abril	mayo	ju	
10.	12.	13.	16.	19.	23	
0.	0.	0.	11.67	13.67	16	

Algebra	Calc	Other	Program	IO	Clear	Up
Resultado :						
9.	10.	11.	12.			
sto	septiemb	octubre	noviemb	diciemb		
28.	18.	16.	14.			
57	26.33	28.	25.33	20.67		

Ejemplo 2, Capítulo 4. Previsión, pág. 91.

El Garden Center de Donna (ver el Ejemplo 1) decide hacer una previsión de las ventas de los cobertizos ponderando los 3 meses pasados de la siguiente forma:

EJEMPLO 2

Ponderación aplicada	Periodo
3	Último mes
2	Hace dos meses
1	Hace tres meses
6	Suma de ponderaciones

Previsión para este mes =

$$\frac{3 \times \text{ventas último mes} + 2 \times \text{ventas de hace 2 meses} + 1 \times \text{ventas de hace 3 meses}}{6 \leftarrow \text{suma de pesos } (3 + 2 + 1)}$$

Los resultados de esta previsión de media ponderada son los siguientes:

Mes	Ventas reales	Media móvil ponderada trimestral
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$[(3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)]/6 = 12\frac{1}{6}$
Mayo	19	$[(3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)]/6 = 14\frac{1}{3}$
Junio	23	$[(3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)]/6 = 17$
Julio	26	$[(3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)]/6 = 20\frac{1}{2}$
Agosto	30	$[(3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)]/6 = 23\frac{5}{6}$
Septiembre	28	$[(3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)]/6 = 27\frac{1}{2}$
Octubre	18	$[(3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)]/6 = 28\frac{1}{3}$
Noviembre	16	$[(3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)]/6 = 23\frac{1}{3}$
Diciembre	14	$[(3 \times 16) + (2 \times 18) + (28)]/6 = 18\frac{2}{3}$

En esta situación particular de previsión, se puede comprobar que sobreponderando el último mes se obtiene una proyección mucho más exacta.

Se trata del mismo problema anterior pero con una media móvil ponderada.

Algebra Calc Other Program Clean Up

1:Medias móviles
2:Medias ponderadas

Algebra Calc Other Program Clean Up

Medias ponderadas
Media Móvil ponderada (Mp) =

$$Mp = \frac{\sum (\text{ponderación en } n) * (\text{demanda en } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Algebra Calc Other Program Clean Up

Periodos de Tiempo

1:Meses 1 solo año
2:Meses varios años
3:Días
4:Años

Algebra Calc Other Program Clean Up

Periodos de Tiempo
Nº de periodos previos n ?
3

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
Ponderación:				
último Mes				
Valor ?				
3				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
Ponderación:				
hace 2 Meses				
Valor ?				
2				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
Ponderación:				
hace 3 Meses				
Valor ?				
11				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> Mes inicio ? Enero→ Mes final ? Diciemb→ Enter=OK ESC=CANCEL </div>				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
Período Nº 1 de 12				
Enero				
Valor real ?				
10				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
Período Nº 2 de 12				
Febrero				
Valor real ?				
12				

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
R e s u l t a d o :				
"Período"	1.	2.		
"Mes"	enero	febrero		
"Valor Real"	10.	12.		
"Media Móvil Ponderada"	0.	0.		

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up	
R e s u l t a d o :					
4.	5.	6.	7.	8.	9
abril	mayo	junio	julio	agosto	se
16.	19.	23.	26.	30.	2
12.17	14.33	17.	20.5	23.83	2

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
R e s u l t a d o :				
9.	10.	11.	12.	
sto	septiemb	octubre	noviemb	diciemb
28.	18.	16.	14.	
33	27.5	28.33	23.33	18.67

Algebra	Calc	Other	Pr gnt	Clean Up
"Año"	1994.	1995.	1996.	1997.
"Período x"	1.	2.	3.	4.
"Valor y"	74.	79.	80.	90.
"x ² "	1.	4.	9.	16.
"xy"	74.	158.	240.	360.

2. ALISADO EXPONENCIAL.

Técnica de previsión de media móvil ponderada en la que los datos se pesan mediante una función exponencial.

Ejemplos 4 y 5, Capítulo 4. Previsión, págs. 95-96.

PREVISIÓN DE SERIES TEMPORALES

95

El puerto de Baltimore ha descargado grandes cantidades de grano de los barcos durante los últimos ocho trimestres. El director de operaciones portuarias quiere analizar la utilización de la técnica de alisado exponencial en la previsión del tonelaje descargado. Para ello, supone que la previsión del grano descargado en el primer trimestre fue de 175 toneladas. Dos son los valores de α examinados: $\alpha = 0,10$ y $\alpha = 0,50$. La siguiente tabla muestra los cálculos *detallados* únicamente para $\alpha = 0,10$:

EJEMPLO 4

Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,10^*$	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,50^*$
1	180	175	175
2	168	$176 = 175,00 + 0,10(180 - 175)$	178
3	159	$175 = 175,50 + 0,10(168 - 175,50)$	173
4	175	$173 = 174,75 + 0,10(159 - 174,75)$	166
5	190	$173 = 173,18 + 0,10(175 - 173,18)$	170
6	205	$175 = 173,36 + 0,10(190 - 173,36)$	180
7	180	$178 = 175,02 + 0,10(205 - 175,02)$	193
8	182	$178 = 178,02 + 0,10(180 - 178,02)$	186
9	?	$179 = 178,22 + 0,10(182 - 178,22)$	184

* Previsión redondeada a la tonelada más cercana

Para evaluar la exactitud de cada constante de alisado, pueden calcularse los errores de la previsión en términos de desviaciones absolutas y DAM.

Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,10$	Desviación absoluta para $\alpha = 0,10^*$	Previsión redondeada utilizando $\alpha = 0,50$	Desviación absoluta para $\alpha = 0,50$
1	180	175	5	175	5
2	168	176	8	178	10
3	159	175	16	173	14
4	175	173	2	166	9
5	190	173	17	170	20
6	205	175	30	180	25
7	180	178	2	193	13
8	182	178	4	186	4
Suma de las desviaciones absolutas			84		100
DAM = $\frac{\sum \text{desviaciones} }{n}$			10,50		12,50

En base a este análisis, es preferible una constante de alisado de $\alpha = 0,10$ a una de $\alpha = 0,50$, ya que su DAM es menor.

EJEMPLO 5

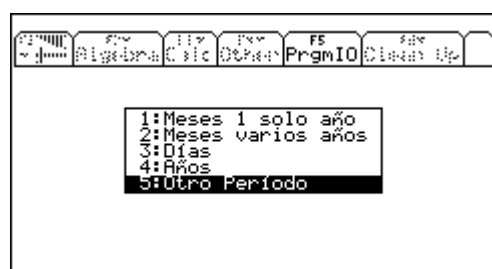
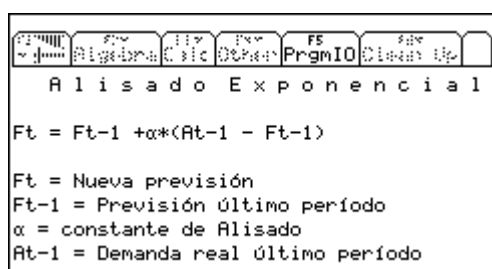
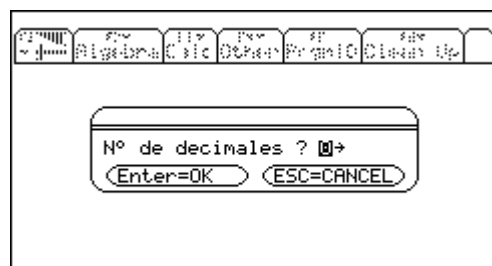
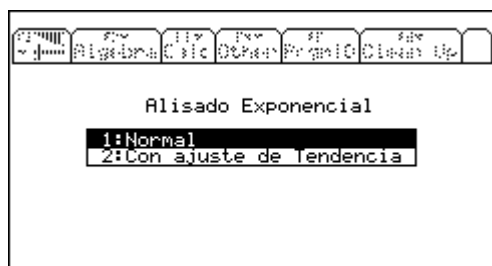
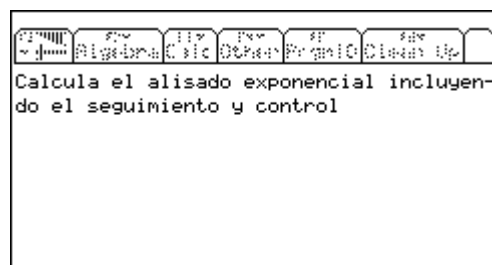
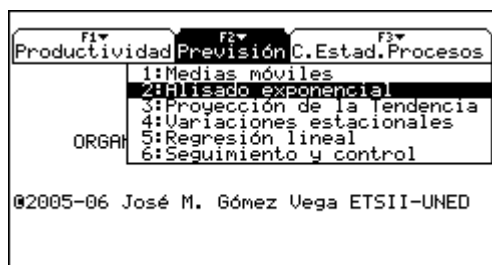
Trimestre	Toneladas realmente descargadas	Previsión para $\alpha = 0,10$	(Error) ²
1	180	175	$5^2 = 25$
2	168	176	$(-8)^2 = 64$
3	159	175	$(-16)^2 = 256$
4	175	173	$2^2 = 4$
5	190	173	$17^2 = 289$
6	205	175	$30^2 = 900$
7	180	178	$2^2 = 4$
8	182	178	$4^2 = 16$

Suma de errores cuadráticos = 1.558

$$ECM = \frac{\sum \text{errores de previsión}^2}{n} = 1.558/8 = 194,75$$

¿Este ECM es bueno o malo? Todo depende de los ECM para otros valores de α . Como ejercicio práctico, se puede calcular el ECM para un $\alpha = 0,50$. (Debería salir un valor de ECM = 210,5). El resultado indica que $\alpha = 0,10$ es la mejor opción ya que se pretende minimizar el ECM. Casualmente, esto confirma la conclusión a que se llegó utilizando el DAM del Ejemplo 4.

Aquí se realiza un cálculo con **alisado exponencial normal**. Todos los cálculos de alisado incorporan el seguimiento y control de las previsiones, lo que confiere al programa un mayor control que realizar los cálculos en dos programas independientes pero llamados desde el menú principal de Org Pro con la consiguiente pérdida de tiempo a la hora de ingresar datos por partida doble.



Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Escriba el tipo de período
Ejemplo: Hora, Trimestre, etc
Tipo Período ?
Trimestr

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Introduzca datos iniciales Alisado
Previsión inicial Ft Trimestr nº 1 ?
175
Constante de alisado para la media α ?
0.10

Se escribe **trimestr** porque sólo se admiten 8 letras. Respecto a los períodos de tiempo, como no sabemos el valor real descargado para el noveno trimestre, no se pone, pues interesan los cálculos de los ocho. Se visualiza la introducción del 2º y 8º trimestre pues los demás se introducen de igual forma y no representa ninguna compresión para ver el proceso de cálculo del programa. El cálculo se efectúa sólo para la constante de alisado con valor 0,10. Se podría haber hecho también para 0,50 y ver las diferencias, pero el problema mecánicamente es el mismo salvo cambiar dicho valor. Se eligen 0 decimales porque así se calculó en el libro. De esta forma tenemos valores enteros para la carga.

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Períodos de Tiempo

Trimestr inicio ? 1.→
Trimestr final ? 8.→
(Enter=OK) (ESC=CANCEL)

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Período Nº 2. de 8.
Trimestr 2.
Valor real ?
168

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Período Nº 8. de 8.
Trimestr 8.
Valor real ?
182

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

R e s u l t a d o : ($\alpha = .1$)

	1.	2.	3.
"Período"	1.	2.	3.
"Trimestr"	1.	2.	3.
"Valor Real"	180.	168.	159
"Previsión Alisada Ft"	175.	176.	175

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

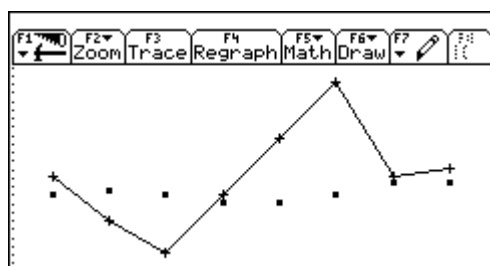
R e s u l t a d o : ($\alpha = .1$)

	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
"Valor Real"	168.	159.	175.	190.	205.	180.	182.
"Previsión Alisada Ft"	176.	175.	173.	173.	175.	178.	178.

Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

Comparación previsiones-valores reales


A continuación se representa la gráfica de la evolución de los valores reales en el tiempo (con línea) y los valores de Previsión Ft (con puntos)
(En abscisas está el tiempo)



Algebra Calc Other PrgmIO Clean Up

	1.	2.	3.
"Período"	1.	2.	3.
"Trimestr"	1.	2.	3.
"Valor Real"	180.	168.	159
"Previsión Ft "	175.	176.	175
"Desviación Absoluta"	5.	8.	16
"Error cuadrático"	25.	64.	25
"Desviación Relativa %"	-3.	5.	10

2nd	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
168.	159.	175.	190.	205.	180.	182.
176.	175.	173.	173.	175.	178.	178.
8.	16.	2.	17.	30.	2.	4.
64.	256.	4.	289.	900.	4.	16.
5.	10.	-1.	-9.	-15.	-1.	-2.

	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
Desviación absoluta media DAM						
$DAM = \frac{\sum \text{Errores previsión}}{n \text{ periodos}}$						
DAM = 10.5						

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
Error cuadrático medio ECM				
$ECM = \frac{\sum \text{Errores previsión}^2}{n \text{ períodos}}$				
ECM = 194.75				

	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
--	---------	------	-------	--------	----------

Seguimiento de las previsiones con
Señal de rastreo Sr







$$Sr = SAEP / DAM$$

donde:

$$SAEP = \sum (\text{valor real} - \text{previsión}) ,$$

en periodo i

$$DAM = \sum \text{errores previsión} / (n \text{ periodos})$$

					
---	---	---	---	---	---

A continuación debe elegir la banda de límites de DAM para comprobar si los valores de la previsión están dentro de los límites aceptables

	Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
--	---------	------	-------	--------	----------

Banda lmites DAM

Enter=OK

ESC

1:±2 DAM

2:±3 DAM

3:±4 DAM

4:±5 DAM







5:±6 DAM

6:±7 DAM

7:±8 DAM

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
"Periodo"	1.	2.	3.	4.
"Trimestr"	1.	2.	3.	4.
"Valor Real"	180.	168.	159.	175
"Previsión Ft "	175.	176.	175.	173
"Error"	5.	-8.	-16.	2.
"SAEP"	5.	-3.	-19.	-17
"Error Absoluto"	5.	8.	16.	2.

2nd	Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up	
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
168.	159.	175.	190.	205.	180.	182.
176.	175.	173.	173.	175.	178.	178.
-8.	-16.	2.	17.	30.	2.	4.
-3.	-19.	-17.	0.	30.	32.	36.
8.	16.	2.	17.	30.	2.	4.

					
---	---	---	---	---	---

La fluctuación de los valores previstos oscilan entre:

Límite inferior -2. DAM

Límite superior 3. DAM

Previsión fuera de control en límite superior para banda ± 3 DAM

Como se observa en esta solución, se ha dotado al programa del seguimiento de la señal de rastreo para comprobar dentro de un intervalo DAM preseleccionado si la fluctuación de los valores previstos es razonable. En este caso se observa que el límite superior está justo en la banda de 3 DAM, por lo que estaría fuera de control.

Ejemplo 6, Capítulo 4. Previsión, pág. 97.

Un gran fabricante de Portland utiliza el alisado exponencial para realizar una previsión de demanda de una pieza de un equipo de control de contaminación. Parece que está presente una tendencia al alza.

EJEMPLO 6

Mes (t)	Demanda real (A_t)	Mes (t)	Demanda real (A_t)
1	12	6	21
2	17	7	31
3	20	8	28
4	19	9	36
5	24	10	?

Alas constantes de alisado se les asignan los valores de $\alpha = 0,2$ y $\beta = 0,4$. Se supone que la previsión inicial para el mes 1 (F_1) fue de 11 unidades, y la tendencia en este periodo (T_1) fue de 2 unidades.

A continuación se calcula un ejemplo de **alisado exponencial con ajuste de la tendencia**.

The screenshots show the following steps of the program:

- Alisado Exponencial**
1:Normal
2:Con ajuste de tendencia
- Nº de decimales ? 2+
(Enter=OK) (ESC=CANCEL)
- Alisado Exponencial con Ajuste Tendencia

$$F_t = \alpha \cdot (A_{t-1}) + (1-\alpha) \cdot (F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (F_t - F_{t-1}) + (1-\beta) \cdot (T_{t-1})$$

$$F_t = \text{previsión en período } t$$

$$T_t = \text{tendencia en período } t$$

$$A_t = \text{demanda real en período } t$$

$$\alpha = \text{cte alisado para la media}$$

$$\beta = \text{cte alisado para la tendencia}$$
- Introduzca datos iniciales Alisado
Previsión inicial F_t Mes nº 1 ?
11
Constante de alisado para la media α ?
0.2
Tendencia inicial T_t Mes nº 1 ?
2
Constante alisado para la tendencia β ?
0.4
- Períodos de Tiempo
Mes inicio ? Enero+
Mes final ? Octubre+
(Enter=OK) (ESC=CANCEL)

El problema no da ningún valor real para el mes décimo (octubre). Como se calculan datos mediante la previsión he optado por dar el valor real 25 para este mes. Como relata el programa, en la gráfica se refleja mediante líneas la gráfica real y por puntos sin unir, la tendencia. Es una forma visual de ver mejor ambas situaciones superpuestas en el programa. He observado que en el problema del libro no se dibuja el punto de la tendencia del primer mes porque se da como dato, pero entiendo que eso es indiferente y debería dibujarse en la gráfica, pero no se hace. Yo sí lo he incluido. De todas formas, intuyo lo que han querido reflejar los autores: el retardo de la previsión frente a los valores reales que han querido reflejar.

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Período N° 1. de 10.
Enero
Valor real ?
12

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Período N° 10. de 10.
Octubre
Valor real ?
25

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Resultado : ($\alpha = .2$ & $\beta = .4$)

"Período"	1.	2.
"Mes"	enero	febrero
"Valor Real"	12.	17.
"Previsión Alisada Ft"	11.	12.8
"Tendencia Alisada Tt"	2.	1.92
"Pronóstico FIT"	13.	14.72

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Resultado : ($\alpha = .2$ & $\beta = .4$)

3.	4.	5.	6.	7.	8.
marzo	abril	mayo	junio	julio	agos
20.	19.	24.	21.	31.	28.
15.18	17.82	19.91	22.51	24.11	27.1
2.1	2.32	2.23	2.38	2.07	2.45
17.28	20.14	22.14	24.89	26.18	29.5

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

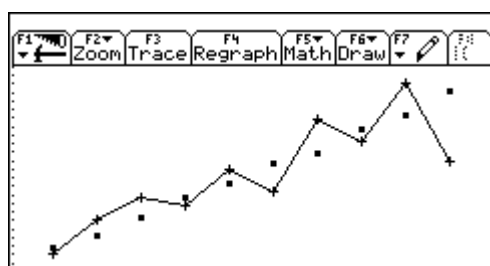
Resultado : ($\alpha = .2$ & $\beta = .4$)

6.	7.	8.	9.	10.
Junio	Julio	agosto	septiemb	octubre
21.	31.	28.	36.	25.
22.51	24.11	27.14	29.27	32.47
2.38	2.07	2.45	2.32	2.67
24.89	26.18	29.59	31.59	35.14

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Comparación previsiones-valores reales

A continuación se representa la gráfica de la evolución de los valores reales en el tiempo (con línea) y los valores de Previsión FIT (con puntos)
(En abscisas está el tiempo)



Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

"Período"	1.	2.
"Mes"	enero	febrero
"Valor Real"	12.	17.
"Previsión FIT"	13.	14.72
"Desviación Absoluta"	1.	2.28
"Error cuadrático"	1.	5.1984
"Desviación Relativa %"	8.33	-13.41

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

7.	8.	9.	10.
io	julio	agosto	septiemb
31.	28.	36.	25.
39	26.18	29.59	31.59
3	4.82	1.59	4.41
1321	23.2324	2.5281	19.4481
52	-15.55	5.68	-12.25

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Desviación absoluta media DAM

$$DAM = \frac{\sum \text{errores previsión}}{n \text{ periodos}}$$

DAM = 3.385

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Error cuadrático medio ECM

$$ECM = \frac{\sum \text{errores previsión}^2}{n \text{ periodos}}$$

ECM = 18.1516

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up
---------	------	-------	--------	----------

Seguimiento de las previsiones con Señal de rastreo Sr

Sr = SAEP / DAM

donde:

SAEP = $\sum (\text{valor real} - \text{previsión})$, en período i

DAM = $\sum \text{errores previsión} / (n \text{ periodos})$

Algebra Calc Other PrntIO Clean Up

A continuación debe elegir la banda de límites de DAM para comprobar si los valores de la previsión están dentro de los límites aceptables

Algebra Calc Other PrntIO Clean Up

Banda límites DAM ± 4 DAM
Enter=OK ESC=CANCEL

Algebra Calc Other PrntIO Clean Up

"Período"	1.	2.	3.
"Mes"	enero	febrero	marzo
"Valor Real"	12.	17.	20.
"Previsión FIT"	11.	12.8	15.1
"Error"	1.	4.2	4.82
"SAEP"	1.	5.2	10.0
"Error Absoluto"	1.	4.2	4.82

Algebra Calc Other PrntIO Clean Up

6.	7.	8.	9.	10.
junio	julio	agosto	septiembre	octubre
21.	31.	28.	36.	25.
22.51	24.11	27.14	29.27	32.47
-1.51	6.89	.86	6.73	-7.47
13.78	20.67	21.53	28.26	20.79
1.51	6.89	.86	6.73	7.47

Algebra Calc Other PrntIO Clean Up

La fluctuación de los valores previstos oscilan entre:
Límite inferior 1. DAM
Límite superior 8.12 DAM
Previsión fuera de control en límite superior para banda ± 4 . DAM

3. PROYECCIONES DE LA TENDENCIA.

Ajusta una línea de tendencia a una serie de datos históricos, proyectando la línea hacia el futuro para realizar previsiones a medio o largo plazo. Si se intenta ajustar una tendencia lineal se puede aplicar el método de los mínimos cuadrados, que hace ajustar una línea recta que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias verticales de la recta a las observaciones reales.

Realmente este cálculo es parecido al de Regresión lineal, salvo que aquí la variable x son los períodos de tiempo, incrementados de uno en uno, y en la regresión x puede ser cualquier otra variable.

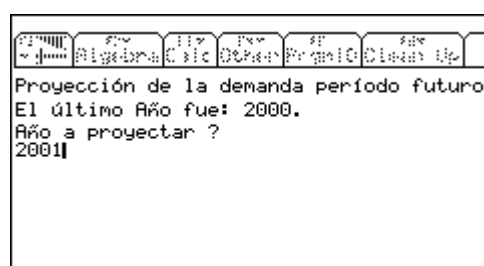
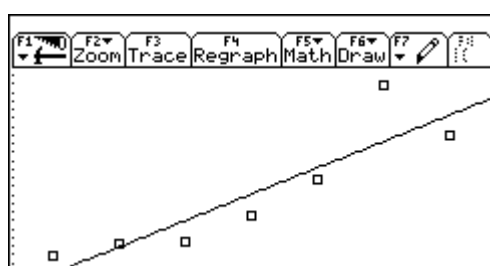
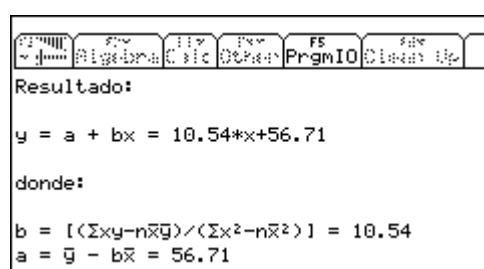
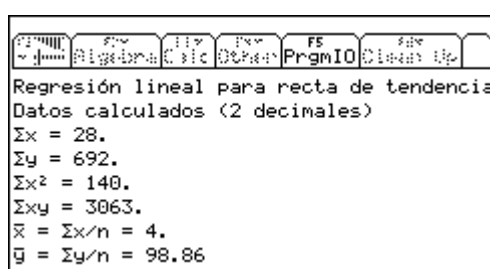
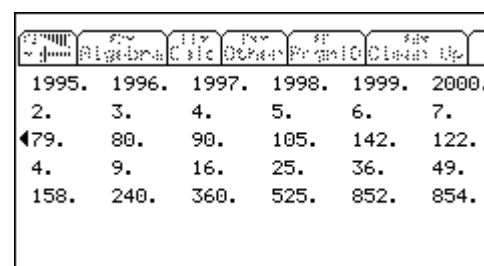
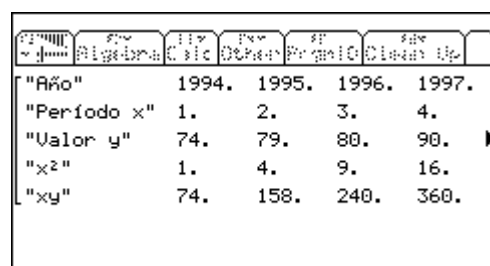
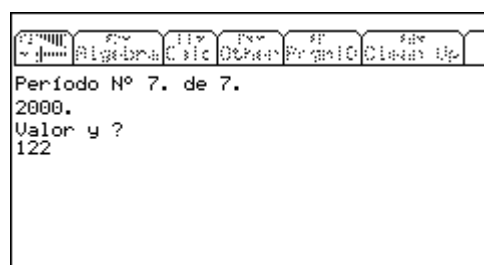
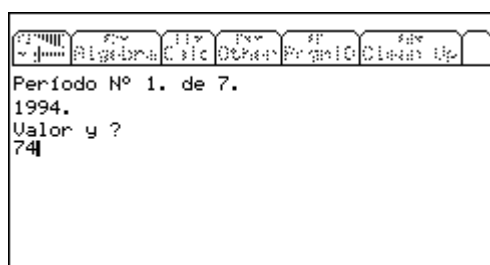
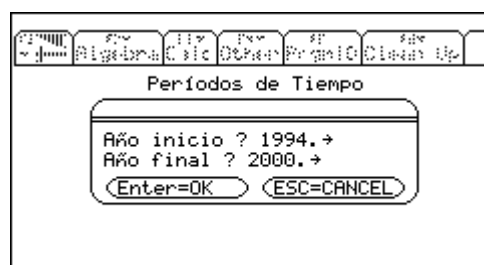
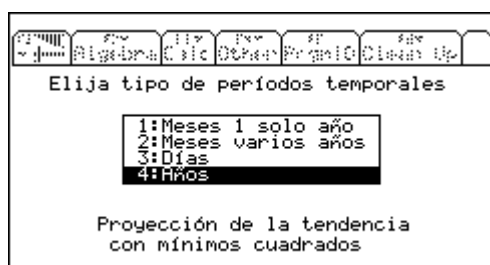
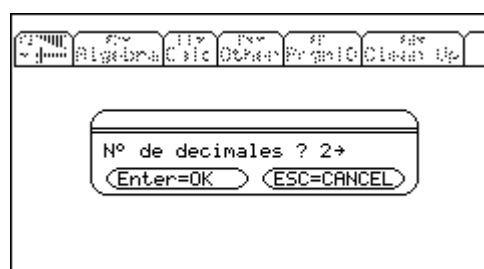
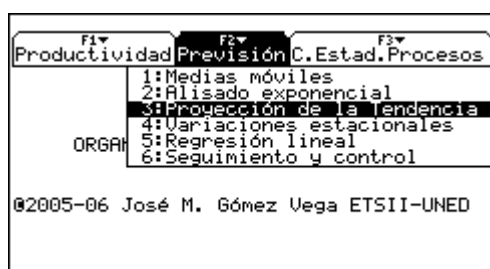
Ejemplo 7, Capítulo 4. Previsión, pág. 101.

La demanda de energía eléctrica en N.Y. Edison a lo largo del periodo 1994-2000 es la mostrada más abajo, en megavatios. Hagamos una previsión de la demanda del año 2001 ajustando a estos datos una tendencia de línea recta.

Año	Demanda de energía eléctrica	Año	Demanda de energía eléctrica
1994	74	1998	105
1995	79	1999	142
1996	80	2000	122
1997	90		

Con series de datos a lo largo del tiempo se pueden minimizar los cálculos, transformando los valores de x (tiempo) en números más simples. Así, en este caso, puede designarse a 1994 como año 1, a 1995 como año 2, y así sucesivamente.

EJEMPLO 7




```

Proyección de la demanda periodo futuro
El último Año fue: 2000.
Año a proyectar ?
2001
Según la ec.:  $y = a + bx$  con:
 $x = [2001.-2000.]+7. = 8.$ 
resulta:
 $y = 141.$ 

```

```

1:Otra previsión futura
2:Salir

```

```

Proyección de la demanda periodo futuro
El último Año fue: 2000.
Año a proyectar ?
2002
Según la ec.:  $y = a + bx$  con:
 $x = [2002.-2000.]+7. = 9.$ 
resulta:
 $y = 151.54$ 

```

4. VARIACIONES ESTACIONALES (EN LOS DATOS).

Movimientos regulares ascendentes o descendentes en una serie temporal que están vinculados a eventos periódicos.

Ejemplo 8, Capítulo 4. Previsión, pág. 104.

EJEMPLO 8

Las ventas mensuales de computadoras portátiles de la compañía Compaq en un distribuidor de Des Moines durante el periodo 1997-1999 se muestran en la tabla siguiente

Mes	Demanda de ventas			Demanda media	Demanda media mensual*	Índice estacional [†]
	1997	1998	1999	1997-1999		
Enero	80	85	105	90	94	0,957
Febrero	70	85	85	80	94	0,851
Marzo	80	93	82	85	94	0,904
Abril	90	95	115	100	94	1,064
Mayo	113	125	131	123	94	1,309
Junio	110	115	120	115	94	1,223
Julio	100	102	113	105	94	1,117
Agosto	88	102	110	100	94	1,064
Septiembre	85	90	95	90	94	0,957
Octubre	77	78	85	80	94	0,851
Noviembre	75	82	83	80	94	0,851
Diciembre	82	78	80	80	94	0,851

Demanda media total = 1,128

En este caso se calculará la previsión de las variaciones estacionales de los datos y se comparará con una recta de regresión, calculada en función de la proyección de la demanda media evaluada que tomará los puntos de la variable x entre 1 y 12, que son los correspondientes a los meses "medios". Al proyectar sobre la previsión lo haremos como máximo por 12 meses más, para no dispersar el resultado e incurrir en errores por lejanía, y compararemos con los resultados de los meses del año 2000, es decir, de los valores x entre 13 y 24.

Los valores de las demandas previstas aparecen en el libro con valores enteros por lo que se usará 0 decimales.

The screenshots show the following steps in the Org Pro 1.1 software:

- Screen 1:** Main menu with options: Productividad, Previsión, C. Estad., Procesos. The 'Previsión' option is selected, leading to a sub-menu: 1: Medias móviles, 2: Alisado exponencial, 3: Proyección de la Tendencia, 4: Variaciones estacionales (highlighted), 5: Regresión lineal, 6: Seguimiento y control.
- Screen 2:** Input screen for 'Nº de decimales ? 0+'. Options: Enter=OK, ESC=CANCEL.
- Screen 3:** Input screen for 'Período para estacionalidad'. Options: 1: Horas, 2: Días, 3: Semanas, 4: Meses (highlighted), 5: Otro periodo.
- Screen 4:** Input screen for 'PERÍODOS ESTACIONALES'. Fields: Mes inicio ? Enero, Mes final ? Diciemb, AÑOS DE DEMANDA, Nº de AÑOS ? 3. Options: Enter=OK, ESC=CANCEL.
- Screen 5:** Input screen for 'Demanda esperada para AÑO 4.'. Field: Valor demanda ? 1200.
- Screen 6:** Input screen for 'Período Estacional Nº 1. de 12.'. Field: Enero. Below it: AÑO de demanda nº 1. Valor real de demanda ? 80.

Se han elegido dos pantallas para los datos de los períodos estacionales: una la de enero de 1.997 y otra la de marzo de 1.998. Aquí se ha usado la nomenclatura de año 1, 2 y 3, en lugar de 1997-1999.

The screenshots show the following steps:

- Screen 7:** Input screen for 'Período Estacional Nº 3. de 12.'. Field: Marzo. Below it: AÑO de demanda nº 2. Valor real de demanda ? 93.
- Screen 8:** Result screen showing a data matrix:

"Período"	1.	2.	3
"Período Estacional"	enero	febrero	m.
"Demanda AÑO Nº 1."	80.	70.	81
"Demanda AÑO Nº 2."	85.	85.	91
"Demanda AÑO Nº 3."	105.	85.	81
"Demanda media AÑOS"	90.	80.	81
"Demanda media Mes"	94.	94.	91

La pantalla de resultado de cálculos presenta una extensa matriz de datos, que puede ser visualizada con las teclas de flechas (botón azul en la parte superior derecha).

The screenshots show the following steps:

- Screen 9:** Full data matrix displayed:

Período Estacional	enero	febrero	m.
"Demanda AÑO Nº 1."	80.	70.	81
"Demanda AÑO Nº 2."	85.	85.	91
"Demanda AÑO Nº 3."	105.	85.	81
"Demanda media AÑOS"	90.	80.	81
"Demanda media Mes"	94.	94.	91
"Índice Estacional"	.957	.851	.
"Demanda Esperada"	96.	85.	91

Screen 10: Final result screen showing the data matrix with additional columns for 'septiembre', 'octubre', 'noviembre', and 'diciembre'.

Período Estacional	enero	febrero	m.	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
"Demanda AÑO Nº 1."	80.	70.	81	85.	77.	75.	82.
"Demanda AÑO Nº 2."	85.	85.	91	90.	78.	82.	78.
"Demanda AÑO Nº 3."	105.	85.	81	95.	85.	83.	80.
"Demanda media AÑOS"	90.	80.	81	90.	80.	80.	80.
"Demanda media Mes"	94.	94.	91	94.	94.	94.	94.
"Índice Estacional"	.957	.851	.851	.851	.851	.851	.851
"Demanda Esperada"	96.	85.	85.	85.	85.	85.	85.

Aquí se presenta el cálculo efectuado mediante la proyección de la tendencia con la recta de regresión lineal. Obsérvese que no se detalla ni la construcción de la misma ni los cálculos intermedios por entender que este procedimiento está pensado únicamente para comparar el resultado con las variaciones estacionales. Si se quisiera detallar los componentes y los pasos intermedios de este cálculo debería acudir al programa a la sección Proyección de la Tendencia, ya referida anteriormente e introducir los datos referentes a la demanda media 1997-1999.

Considerando los períodos de tiempo que se han incrementado desde 1 hasta 12, siendo la variable x , y que la demanda media es la variable y , se calcula la recta de regresión: $y = a + b*x$

$y = 100.227 - .958042*x$

Ahora consideremos un período futuro
Mes N° ?
13

El mes 13, corresponde a enero de 2.000 y el mes 11 a noviembre de 1.999. La construcción de la recta de regresión lineal se ha basado en 12 valores x de 1 a 12 correspondientes a los de la demanda media 1997-1999. Como los valores futuros deben estar por encima de 12, y se estima como mucho un valor coherente hasta de 12 meses futuros por el alejamiento dispersivo de la previsión, tampoco debe pasar de 24. En ese intervalo podemos comparar con los cálculos efectuados mediante las variaciones estacionales. No obstante podemos calcular cualquier valor también inferior a 12 y superior a 24, pero no aparecerá la comparación de la proyección de la tendencia con respecto a la variación estacional. En el caso de un valor igual o inferior a 12 nos permite comparar el valor medio de la demanda interanual con el mejor valor de la recta de regresión por mínimos cuadrados, y en el caso de que sea mayor de 24 nos estará dando un valor que puede tomarse muy poco en consideración.

Valor y de la tendencia: $y = a + b*x$
 $y = 87.7727$
Índice Estacional $i = .957$
para Mes enero
Valor y_e estacional $y_e = i*y$
 $y_e = 83.9985$
Valor demanda prevista calculada antes:
 $y_e = 96$. (en exceso 14.2878 %)

Ahora consideremos un período futuro
Mes N° ?
11

Valor y de la tendencia: $y = a + b*x$
 $y = 89.6888$
Índice Estacional $i = .851$
para Mes novemb
Valor y_e estacional $y_e = i*y$
 $y_e = 76.3252$
No hay datos calculados para este período: $i \leq 12$, and $i > 24$.

5. REGRESIÓN LINEAL.

Se trata de un modelo de **previsión causal**, el más común, que ofrece cuantitativamente una relación entre las diferentes variables que se relacionan con la cantidad que se va a predecir. Sigue el mismo procedimiento de mínimos cuadrados de la proyección de la tendencia, salvo que aquí la variable x no tiene que ser necesariamente el tiempo.

Ejemplos 11, 12 y 13 Capítulo 4. Previsión, págs. 109-113.

La constructora Nodel rehabilita casas antiguas en Orono, Maine. Con el paso del tiempo, la compañía ha descubierto que su volumen de trabajos de rehabilitación depende de los salarios del área de Orono. La siguiente tabla es un listado de los ingresos de la constructora Nodel y de la cantidad de dinero ganado por los asalariados en Orono durante los seis años pasados.

Ventas de Nodel (en cientos de miles de dólares), y	Nómina local (en cientos de millones de dólares), x	Ventas de Nodel (en cientos de millones de dólares), y	Nómina local (en cientos de millones de dólares), x
2,0	1	2,0	2
3,0	3	2,0	1
2,5	4	3,5	7

EJEMPLO 11

Vamos a condensar los tres ejemplos en uno, porque todos versan sobre los mismos datos de partida.

En este problema no se han especificado los períodos de tiempo, pues es lógico ya que no interviene en las variables, tan sólo haría falta conocer que hay 6 relaciones entre datos x, y pero da igual que se dieran los períodos en días, meses o años. No obstante, el programa cuenta con referir los períodos de tiempo. En este caso se ha supuesto que los períodos son del 2000 al 2005. Una vez entrado este dato se cuenta con que se tienen 6 relaciones de variables, una por cada período introducido, que en este caso son años.

The figure shows four screenshots of a program interface, likely a calculator or a small application, demonstrating the steps to perform a linear regression analysis.

- Top Left Screenshot:** Shows a menu with options: 1: Medias móviles, 2: Alisado exponencial, 3: Proyección de la Tendencia, 4: Variaciones estacionales, 5: Regresión lineal (highlighted), and 6: Seguimiento y control. The text "ORGA" is visible on the left and "©2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED" at the bottom.
- Top Right Screenshot:** Shows a prompt "Nº de decimales ? 2" with "Enter=OK" and "ESC=CANCEL" buttons.
- Bottom Left Screenshot:** Shows a prompt "Elija tipo de período" with options: 1: Meses 1 solo año, 2: Meses varios años, 3: Días, and 4: Años (highlighted). Below the options, it says "Regresión lineal con correlación".
- Bottom Right Screenshot:** Shows a prompt "Períodos de Tiempo" with "Año inicio ? 2000" and "Año final ? 2005" (both highlighted), and "Enter=OK" and "ESC=CANCEL" buttons.

Se toman los datos de los períodos nº 1 y 6, como muestra para visualizar el proceso.

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Período N° 1. de 6.				
2000.				
Valor y ?				
2				
Valor x ?				
11				

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Período N° 6. de 6.				
2005.				
Valor y ?				
3.5				
Valor x ?				
7				

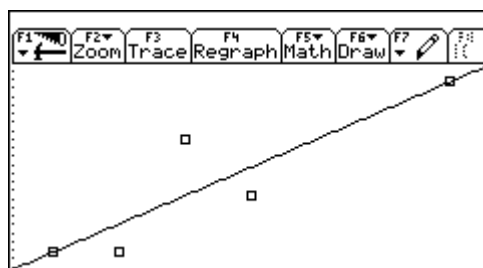
	2000.	2001.	2002.	2003.	2
"Año"	2000.	2001.	2002.	2003.	2
"Período"	1.	2.	3.	4.	5
"Valor y"	2.	3.	2.5	2.	2
"Valor x"	1.	3.	4.	2.	1
"y²"	4.	9.	6.25	4.	4
"x²"	1.	9.	16.	4.	1
"xy"	2.	9.	10.	4.	2

	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	
2.	3.	2.5	2.	2.	3.5	
4.	3.	4.	2.	1.	7.	
4.	9.	6.25	4.	4.	12.25	
1.	9.	16.	4.	1.	49.	
2.	9.	10.	4.	2.	24.5	

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Regresión lineal para recta de tendencia				
Datos calculados (2 decimales)				
$\Sigma x = 18.$				
$\Sigma y = 15.$				
$\Sigma x^2 = 80.$				
$\Sigma y^2 = 39.5$				
$\Sigma xy = 51.5$				
$\bar{x} = \Sigma x/n = 3.$				
$\bar{y} = \Sigma y/n = 2.5$				

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Resultado:				
$y = a + bx = .25x + 1.75$				
donde:				
$b = [(\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}) / (\Sigma x^2 - n\bar{x}^2)] = .25$				
$a = \bar{y} - b\bar{x} = 1.75$				

Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Error estándar de la estimación S_{yx}				
$S_{yx} = \sqrt{[(\Sigma y^2 - a\Sigma y - b\Sigma xy) / (n-2)]}$				
$S_{yx} = .31$				
Coeficiente de Correlación r				
$r = (n\Sigma xy - \Sigma x\Sigma y) / \sqrt{[(n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2)(n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2)]}$				
$r = .9$				
Coeficiente de Determinación r^2				
$r^2 = .81 \rightarrow 81\% \text{ explicado por regresión}$				



Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
Proyección de la demanda período futuro				
Introduzca valor demanda x futura ?				
6				
Según la ec.: $y = a + bx$ con:				
$x = 6.$				
resulta:				
$y = 3.25$				

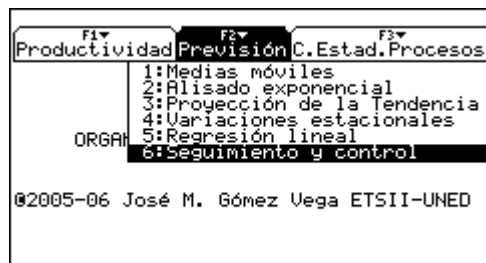
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear Up
1:Otra previsión futura				
2:salir				

6. SEGUIMIENTO Y CONTROL.

Una forma común de hacer el seguimiento y control es mediante la **señal de rastreo**, medida que determina el grado de precisión de la previsión para valores reales. Las señales de rastreo determinan para una precisión predeterminada el nivel de control de las previsiones, mediante límites de control que hacen visible cuando alguna variable sale "fuera de control".

Como ya se dijo, el programa incluye en el alisado exponencial, este tipo de cálculo, por lo que al pulsar en este menú del programa, realizará ambas cosas simultáneamente, es decir, el alisado y la señal de rastreo. En definitiva, al presionar a estos tipos de selecciones, el cálculo es el mismo.

No hacemos ningún ejemplo de este apartado.

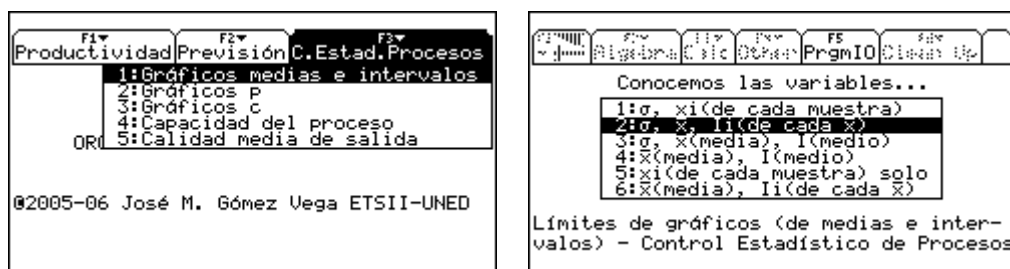


F3. CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS.

Existen 5 tipos distintos de cálculos para control estadístico de procesos: gráficos de medias e intervalos, gráficos p, gráficos c, capacidad del proceso, calidad media de salida. Analizaremos a continuación con ejemplos cada uno de ellos.

1. GRÁFICOS MEDIAS E INTERVALOS.

Se trata de gráficos de control para variables. He englobado los dos en el mismo cálculo pues se pueden realizar conjuntamente. Además, en este caso, existen numerosas posibilidades de cálculo, como se comprobará.



Observamos un menú de selección de cinco casos para este tipo de problemas. En las opciones se observan las variables conocidas que determinan el tipo de proceso a seguir en el cálculo.

Analicemos cada una de ellas:

1: σ , x_i (de cada muestra).

Se precisa del valor de la desviación típica (estándar) de la población y de los valores de cada una de las muestras. Con estos datos, podemos calcular la media para todas las muestras para el tamaño dado de las mismas, aparte de los intervalos medios, es decir, obtendríamos los dos gráficos (de medias y de intervalos).

2: σ , \bar{x} , Ii (de cada \bar{x}).

En este caso se realiza el cálculo conociendo la desviación típica poblacional, los valores medios de cada muestra y el intervalo de cada muestra, que no puede calcularlo el programa pues sólo dispone del dato de la media de cada muestra.

3: σ , \bar{x} (media), I (medio).

Igual que el caso anterior 2, salvo que en lugar de conocer cada intervalo Ii de las muestras, sabemos sólo el intervalo medio I de todas.

4: \bar{x} (media), I (medio).

Igual que el caso 3 salvo que no conocemos la desviación típica de población.

5: xi de cada muestra sólo.

Únicamente conocemos cada una de las muestras xi.

6: \bar{x} (media), Ii (de cada \bar{x}).


Parecido al caso 4, pero aquí sabemos cada intervalo Ii en todas las muestras en vez del intervalo medio I.

Veamos un ejemplo.

Ejemplo S1. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 217.

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP)
217

Cada hora se toman muestras de las cajas de "Copos de avena" de un gran lote de producción. Para fijar límites de control que incluyan un 99,73% de las medias de las muestras, se seleccionan al azar y se pesan muestras de nueve cajas. Reproducimos, a continuación las nueve cajas escogidas en la primera hora.



El peso medio en la primera muestra es =
$$\frac{17 + 13 + 16 + 18 + 17 + 16 + 15 + 17 + 16}{9}$$

= 16,1 onzas

Asimismo, se sabe que la desviación de la *población* estándar (σ) es de 1 onza. No mostramos las cajas de las que se ha tomado muestra entre la segunda y la duodécima hora, pero reproducimos a continuación los resultados obtenidos:

Peso de la muestra		Peso de la muestra		Peso de la muestra	
Hora	(media de 9 cajas)	Hora	(media de 9 cajas)	Hora	(media de 9 cajas)
1	16,1	5	16,5	9	16,3
2	16,8	6	16,4	10	14,8
3	15,5	7	15,2	11	14,2
4	16,5	8	16,4	12	17,3

Este ejemplo ofrece sólo el resultado para el gráfico de medias (gráfico \bar{x}).

La opción para el cálculo del ejemplo del libro será la 2, si bien, al no existir datos de todas las x_i , salvo para la primera muestra, y al no conocer los intervalos I_i , los supondremos en el ejemplo. En definitiva, haremos los dos gráficos.

Los intervalos para cada una de las muestras horarias para el ejemplo serán:

Hora 1: 5	Hora 5: 5	Hora 9 : 5
Hora 2: 6	Hora 6: 4	Hora 10: 4
Hora 3: 4	Hora 7: 3	Hora 11: 3
Hora 4: 5	Hora 8: 5	Hora 12: 7

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Nº de decimales ? 1→

Enter=OK ESC=CANCEL

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Límites gráfico de medias e intervalos

z desviac.típicas? >>> 3 para 99.73%

σ desv.típ.poblac.? : 1

t nº de muestras ? : 12

n tamaño de muestra?: 9

Enter=OK ESC=CANCEL

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Muestra nº 1 de 12

Valor medio muestra $\bar{x}(1)$?

16.1

Valor medio muestra $I(1)$?

5

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Muestra nº 2 de 12

Valor medio muestra $\bar{x}(2)$?

16.8

Valor medio muestra $I(2)$?

6

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Los valores introducidos fueron:

z = 3.

σ = 1.

n (x_i por muestra) = 9.

t (nº muestras) = 12.

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Matriz de medias \bar{x} y de intervalos I

"Muestras" 1. 2. 3. 4. 5

"Medias \bar{x} " 16.1 16.8 15.5 16.5 1→

"Intervalo I" 5. 6. 4. 5. 5

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

Matriz de medias \bar{x} y de intervalos I

6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

16.4 15.2 16.4 16.3 14.8 14.2 17.3

4. 3. 5. 5. 4. 3. 7.

AlgebraCalcOtherPrmIOCleanUp

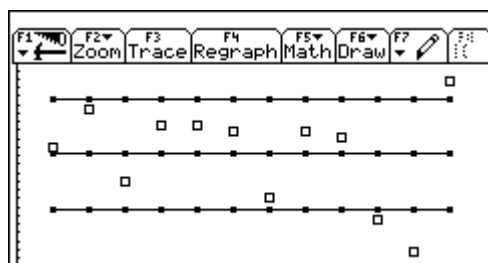
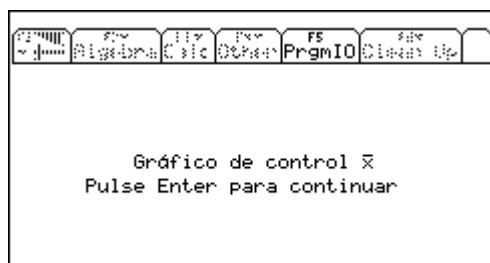
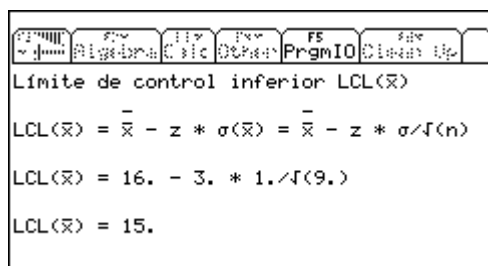
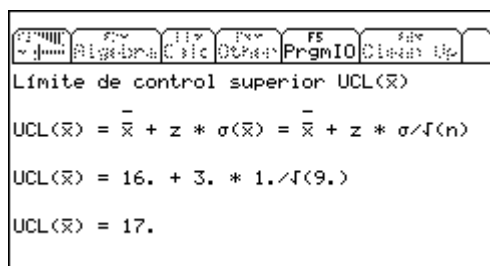
La media de los valores medios de todas las muestras es :

$\bar{\bar{x}} = 16.$

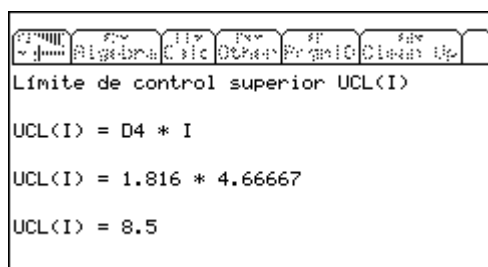
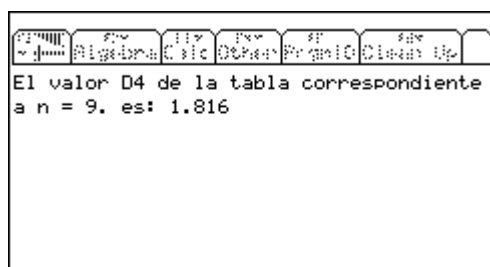
El intervalo medio calculado para todas las medias es:

$I = 4.66667$

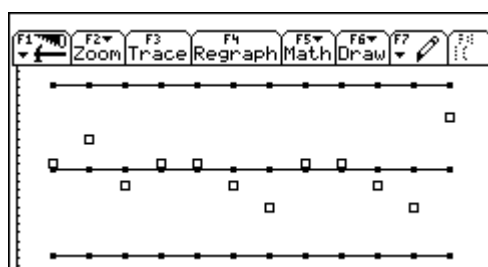
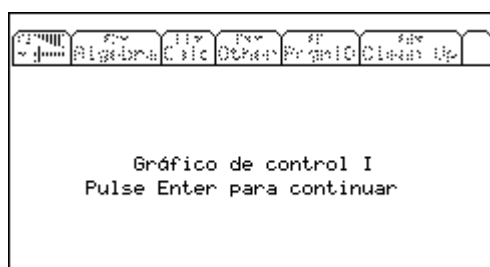
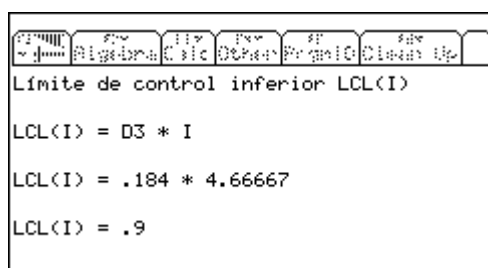
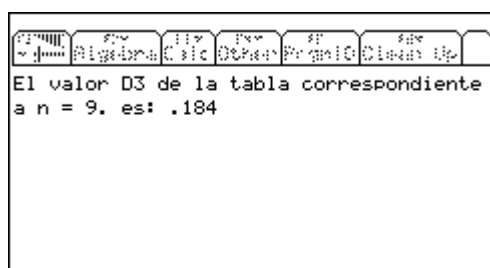
Vemos aquí que I aparece con más decimales que uno. No obstante, los cálculos finales sí se harán con un decimal, como se verá más abajo.



Se observa en los gráficos las líneas de los límites superior, inferior y media. Además es fácil saber los números de muestra, pues tan sólo hace falta contar los puntitos negros. Por tanto, se ve que las muestras fuera de control son la 10, 11 y 12, pues los puntos blancos están fuera de los límites de la "banda de control".



Los valores de esa tabla son los de la tabla S6.1 del libro (pág. 218), para tamaños de muestra entre 2 y 12. Si se intenta calcular con un número de muestra superior, el cálculo de este apartado no se hará.

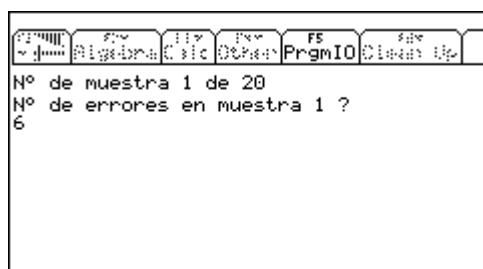
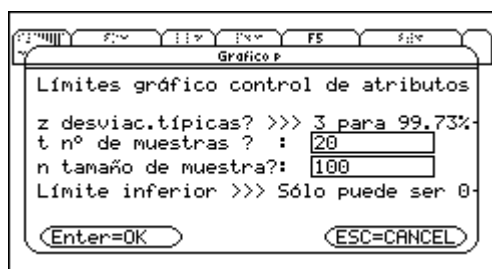
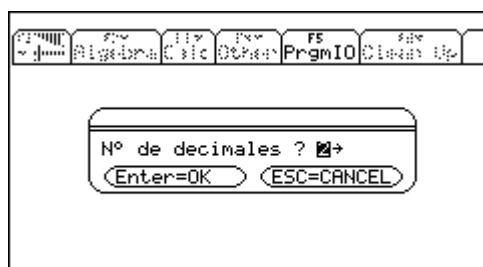
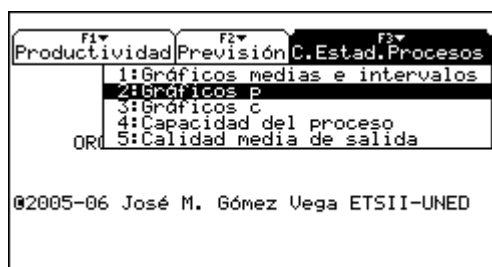


2. GRÁFICOS p.

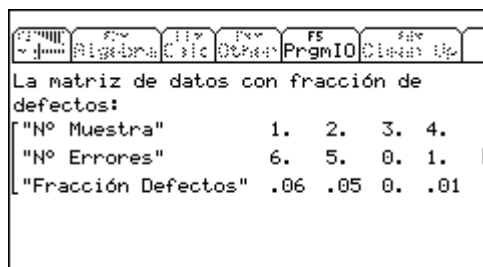
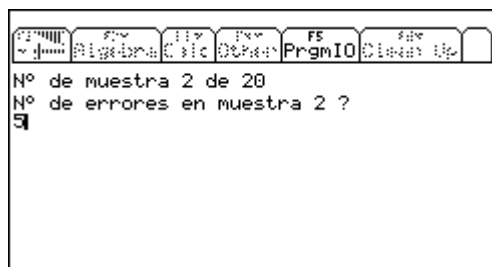
Se trata de un gráfico de control para atributos que mide los porcentajes de defectos en una muestra y es parecido al gráfico de medias de \bar{x} .

Ejemplo S4. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 222.

EJEMPLO S4					
<p>Los grabadores de datos de ARCO teclean diariamente miles de registros de pólizas de seguros. La tabla reproducida a continuación nos ofrece muestras del trabajo realizado por 20 grabadores. Se sometieron a una minuciosa revisión cien de los registros realizados por cada grabador, y se contaron los errores descubiertos. Acto seguido, se calculó la fracción de defectos en cada una de las muestras.</p> <p>Establecer los límites de control con objeto de incluir el 99,73% de la variación aleatoria en el proceso de grabación cuando éste está bajo control.</p>					
Número de muestra	Número de errores	Fracción de defectos	Número de muestra	Número de errores	Fracción de defectos
1	6	0,06	11	6	0,06
2	5	0,05	12	1	0,01
3	0	0,00	13	8	0,08
4	1	0,01	14	7	0,07
5	4	0,04	15	5	0,05
6	2	0,02	16	4	0,04
7	5	0,05	17	11	0,11
8	3	0,03	18	3	0,03
9	3	0,03	19	0	0,00
10	2	0,02	20	4	0,04
				80	



Hemos seleccionado que el límite inferior sólo puede ser 0, la otra opción es que puede ser negativo. Se recogen dos datos de las muestras, la nº 1 y la nº 2.



La fracción de defectos que representa una muestra se calcula de acuerdo al nº de errores de la muestra entre el nº de tamaño de cada muestra. No es un dato, se calcula fácilmente al introducir cada uno de los errores y el nº n.

La matriz de datos con fracción de defectos:

5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
4.	2.	5.	3.	3.	2.	6.	1.
.04	.02	.05	.03	.03	.02	.06	.01

La matriz de datos con fracción de defectos:

13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
8.	7.	5.	4.	11.	3.	0.	4.
1	.08	.07	.05	.04	.11	.03	0.

El valor de p:

$$p = et / (n * t), \text{ donde } et = \text{nº total errores}$$

p = .04

Límite de control superior UCLp

$$UCLp = \bar{p} + z * \sigma_p, \text{ con: } \sigma_p = \sqrt{(\bar{p} * (1 - \bar{p}) / n)}$$

$$UCLp = .04 + 3 * .019596$$

UCLp = .1

Límite de control inferior LCLp

$$LCLp = \bar{p} - z * \sigma_p, \text{ con: } \sigma_p = \sqrt{(\bar{p} * (1 - \bar{p}) / n)}$$

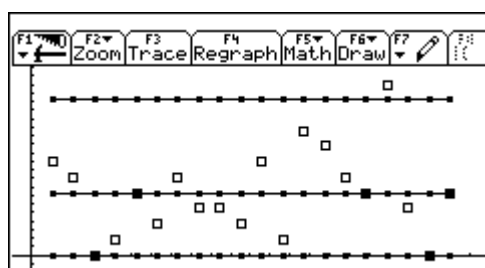
$$LCLp = .04 - 3 * .019596$$

LCLp = 0.

Obsérvese que UCLp = 0,10 aunque aparece 0,1, pues aunque se seleccionó 2 decimales, la calculadora interpreta el decimal 0 a la derecha como no existente. También nos damos cuenta que LCLp realmente es negativo pero introdujimos para el límite inferior mínimo el valor 0.

Gráfico P

Pulse Enter para continuar



Fácilmente se observa que la única muestra que está fuera de control es la 17; tan sólo hay que contar los pequeños cuadraditos negros que se incrementan de uno en uno. Obsérvese que los grandes cuadrados negros son en realidad blancos que al estar sobre las rectas y estar superpuestos a los pequeños cuadraditos negros se transforman en cuadrados negros. De todas formas, se resaltan, bien por estar en la línea media, bien por estar en las líneas límite, como puntos "especiales" dentro del control, aunque estos valores son iguales a los demás cuadrados blancos. En este caso, los valores que caen en los límites de la banda de control, se considera que no están fuera de control.

3. GRÁFICOS C.

Se trata de un gráfico de control para atributos que controla el número de defectos por unidad de output. Se basa en la distribución de probabilidad de Poisson. En este caso, los límites de control se basan únicamente en un 99,73 % de fiabilidad (equivalente a $\sigma = 3$)

Ejemplo S5. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 224.

EJEMPLO S5

Red Top Cab Company es una compañía de taxis que recibe bastantes quejas diarias sobre el comportamiento de sus conductores. En un período de nueve días (los días son unidades de medida) el propietario ha recibido el siguiente número de llamadas de pasajeros irritados: 3, 0, 8, 9, 6, 7, 4, 9 y 8, para un total de 54 quejas..

Productividad **Previsión** **C.Estad.Procesos**

1:Gráficos medias e intervalos
2:Gráficos p
3:Gráficos c
4:Capacidad del proceso
5:Calidad media de salida

©2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED

Nº de decimales ? 2+
(Enter=OK) (ESC=CANCEL)

Gráfico c

Límites gráfico control de defectos
z desviac.típicas? >>> 3 para 99.73%
n periodos defectos?: 9
Límite inferior >>> Sólo puede ser 0

(Enter=OK) (ESC=CANCEL)

Nº de período 5 de 9
Nº de defectos en período 5 ?
5

La matriz de datos con fracción de defectos:

"Nº Período"	1.	2.	3.
"Nº Defectos"	3.	0.	8.
"Fracción Defectos"	.333333	0.	.888888

El valor de c:

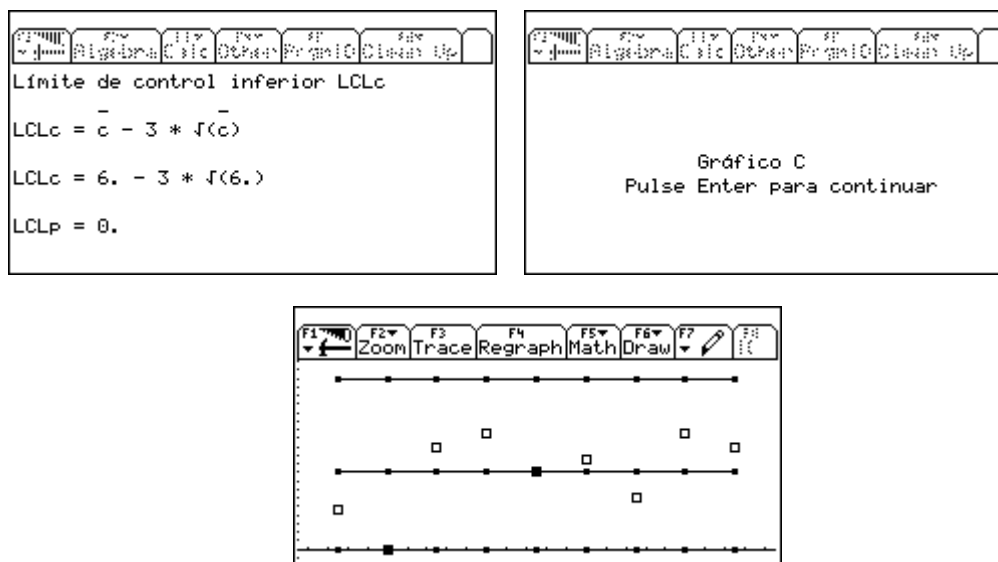
c=et/n , donde et = nº total defectos
et = 54.
c = 6.

Límite de control superior UCLc

$$UCLc = \bar{c} + 3 * \sqrt{\bar{c}}$$

$$UCLc = 6. + 3 * \sqrt{6.}$$

$$UCLc = 13.35$$



Observamos que en esta ocasión todos los datos están bajo control, pero no cabe duda que a pesar de ello, los defectos en forma de quejas eran inadmisibles para el propietario de la compañía de taxis. Esto quiere decir que aunque el nº máximo de quejas en la muestra fue 9, para el buen hacer del propietario era muy superior a lo tolerable. Ahora bien, esa circunstancia no la proporciona la gráfica pues es algo subjetivo al interés del propietario.

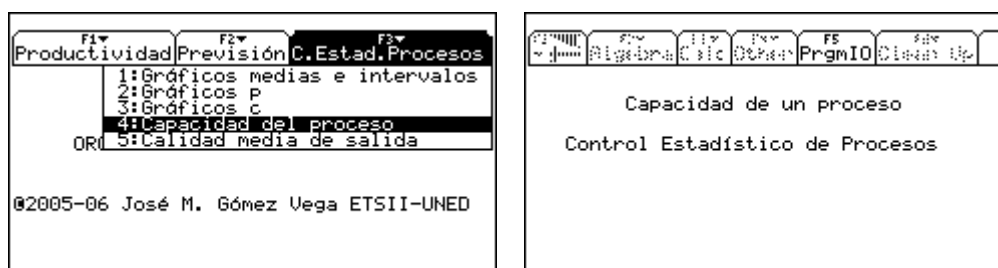
4. CAPACIDAD DEL PROCESO.

Mide la diferencia entre la dimensión deseada y la real de los productos obtenidos en el proceso. El proceso deberá estar bajo control y tener distribución normal.

Ejemplo S6. Suplemento 6. Control Estadístico de procesos , pág. 226.

EJEMPLO S6

Usted es el director de mejoras del proceso, ha puesto a punto una nueva máquina para cortar plantillas destinadas a las mejores zapatillas de deporte fabricadas por la compañía, y está entusiasmado porque el objetivo de la compañía es no sobrepasar la cifra de 3,4 unidades defectuosas por millón, y la máquina de la que dispone ahora puede ser la innovación que necesita. Las plantillas tienen un margen de $\pm 0,001$ por pulgada del grosor exigido de 0,250". Quiere saber si debería sustituir la máquina existente, que tiene un C_{pk} de 1,0, por lo que se decide a determinar el C_{pk} de la nueva máquina y a tomar una decisión sobre esa base.



Capacidad de un proceso

Introduzca datos para la capacidad

\bar{x} Media ? : 0.250

σ desv. típ. poblac. ? : 0.0005

Límite superior ? : 0.251

Límite inferior ? : 0.249

Enter=OK ESC=CANCEL

Capacidad del proceso

$C_{pk} = \min[\lim SUP - \bar{x} / (3\sigma), \bar{x} - \lim INF / (3\sigma)]$

$C_{pk} = \min(.666667, .666667)$

$C_{pk} = .666667$

La capacidad arroja que no tendrá buena especificación: más de 2700 Uds. defectuosas por millón

Aquí el índice C_{pk} menor a la unidad indica que existirá más de 2700 unidades defectuosas por millón. Si $C_{pk} = 1$ se obtendrían menos de 2700 unidades defectuosas, mientras que si $C_{pk} = 2$ se producirían menos de 3,4 unidades defectuosas.

5. CALIDAD MEDIA DE SALIDA.

Porcentaje defectuoso en un lote medio de productos inspeccionados mediante un muestreo de aceptación.

No existen ejemplos en el libro. Realizaremos uno.

Supongamos un problema en el que tenemos los siguientes datos:

Porcentaje real de unidades defectuosas del lote , $P_d = 15 \%$

Probabilidad de aceptar el lote , $P_a = 5 \%$

Número de elementos del lote, $N = 100$

Número de elementos de la muestra , $n = 10$

El resultado mediante Org Pro es:

Porcentaje de elementos defectuosos , $AOQ = 67,5 \%$

Productividad **Previsión** **C. Estad. Procesos**

1: Gráficos medias e intervalos

2: Gráficos P

3: Gráficos C

4: Capacidad del proceso

5: Calidad media de salida

©2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED

Calidad media de salida

Control Estadístico de Procesos

Calidad media de salida

Introduzca datos para la calidad

Pd porcentaje real Uds defectuosas lote

Pd ? : 15

Pa probabilidad aceptar el lote

Pa ? : 5

N nº elementos lote ? : 100

n nº elem. muestra ? : 10

Enter=OK ESC=CANCEL

La calidad media de salida AOQ, o el porcentaje de elementos defectuosos es:

$AOQ = [Pd * Pa * (N - n) / N]$

$AOQ = 67.5$

6.- LISTADO DEL CONJUNTO DE PROGRAMAS QUE INTEGRAN ORG PRO.

Org Pro es un programa que a su vez es un conjunto de programas. El listado completo de programas viene a continuación: **alisado**, **calimed**, **capacida**, **grafic**, **grafip**, **limite**, **mediam**, **orgpro** (programa principal), **produc**, **regresi**, **tendenci**, **variaci**.

ALISADO.

```

Alisado()
Prgm
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Goto go
NewProb
@Alisado exponencial simple y con ajuste de tendencia
ClrIO
Disp ""
Disp "          Alisado Exponencial"
PopUp {"Normal","Con ajuste de Tendencia"},ali
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{ "0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
If ali=1 Then
Disp "  A l i s a d o  E x p o n e n c i a l"
Disp ""
Disp "Ft = Ft-1 +α*(At-1 - Ft-1)"
Disp ""
Disp "Ft = Nueva previsión"
Disp "Ft-1 = Previsión Último período"
Disp "α = constante de Alisado"
Disp "At-1 = Demanda real Último período"
ElseIf ali=2 Then
Disp "  A l i s a d o  E x p o n e n c i a l"
Disp "  c o n  A j u s t e  T e n d e n c i a"
Disp "Ft = α*(At-1) + (1-α)*(Ft-1 + Tt-1)"
Disp "Tt = β*(Ft - Ft-1)+(1-β)*(Tt-1)"
Disp "Ft = previsión en período t"
Disp "Tt = tendencia en período t"
Disp "At = demanda real en período t"
Disp "α = cte alisado para la media"
Disp "β = cte alisado para la tendencia"
EndIf
Pause
ClrIO
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años","Otro
Período"},tiempo
DelVar tipo
If tiempo=5 Then
Disp "Escriba el tipo de período"
Disp "Ejemplo: Hora, Trimestre, etc"
InputStr "Tipo Período ?",tipop
EndIf
{"Mes","Mes","Día","Año","tipo"}→var
ClrIO
If tiempo=5 Then
tipop→vartemp
Else
var[tiempo]→vartemp
EndIf
Disp "Introduzca datos iniciales Alisado"
Input "Previsión inicial Ft "&vartemp&" n° 1 ?",f1

```

```

Input  "Constante de alisado para la media  $\alpha$  ?", $\alpha$ 
If ali=2 Then
Input  "Tendencia inicial Tt "&vartiepm&" n° 1 ?",t1
Input  "Constante alisado para la tendencia  $\beta$  ?", $\beta$ 
EndIf
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
seq(string(i),i,1,50)→tipo
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
Disp  "          Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then
Dialog
DropDown  "Mes inicio ?",mes,mesini
Request  "Año inicio ?",añoini
DropDown  "Mes final ?",mes,mesfin
Request  "Año final ?",añoifin
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añoifin)→añoifin
(añoifin-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown  vartiepm&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown  vartiepm&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
If ali=1
4→zzz
If ali=2
6→zzz
newMat(zzz,periodo)→mat
f1→mat[4,1]
If ali=2 Then
t1→mat[5,1]
@φ→mat[6,1]
EndIf
1→iii
For  iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp  "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[1,iii]
If tiempo=2 Then
Disp  "Mes "&mes[jjj]& ", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[2,iii]
EndIf
If tiempo≠2 and tiempo≠5 Then
Disp  expr(vartiepm)[ini-1+iii]
expr(expr(vartiepm)[ini-1+iii])→mat[2,iii]
Else

```

```

Disp tipop&" "&día[ini-1+iii]
expr(día[ini-1+iii])→mat[2,iii]
EndIf
Input "Valor real ?",val
val→mat[3,iii]
If ali=1 and iii>1 Then
mat[4,iii-1]+α*(mat[3,iii-1]-mat[4,iii-1])→valor
expr(format(valor,deci))→mat[4,iii]
ElseIf ali=2 and iii>1 Then
α*mat[3,iii-1]+(1-α)*(mat[4,iii-1]+mat[5,iii-1])→valor
expr(format(valor,deci))→mat[4,iii]
β*(mat[4,iii]-mat[4,iii-1])+(1-β)*mat[5,iii-1]→valor
expr(format(valor,deci))→mat[5,iii]
mat[4,iii]+mat[5,iii]→mat[6,iii]
EndIf
If tiempo=2
1+jjj→jjj
EndFor
ClrIO
Lbl go
If ali=1
Disp "R e s u l t a d o : (α = "&string(α)&")"
If ali=2
Disp "R e s u l t a d o : (α = "&string(α)&" & β = "&string(β)&")"
Disp ""
""→va
If ali=1 Then
Pause augment([[ "Período" ][vartiem] ["Valor Real"] ["Previsión Alisada
Ft"] ],approx(mat))
ElseIf ali=2 Then
mat[4,1]+mat[5,1]→mat[6,1]
Pause augment([[ "Período" ][vartiem] ["Valor Real"] ["Previsión Alisada
Ft"] ["Tendencia Alisada Tt"] ["Pronóstico FIT"] ],approx(mat))
EndIf
Lbl go
ClrIO
mat↪list(mat[3])→iii
If ali=1 Then
mat↪list(mat[zzz])→jjj
seq(i,i,1,periodo)→kkk
seq(i,i,1,periodo)→kk2
ElseIf ali=2 Then
mat↪list(mat[zzz])→jjj
seq(i,i,1,periodo)→kkk
seq(i,i,1,periodo)→kk2
EndIf
If ali=1
"Previsión Ft (con puntos)"→var1
If ali=2
"Previsión FIT (con puntos)"→var1
Disp ""
Disp "Comparación previsiones-valores reales"
Disp ""
Disp "A continuación se representa la gráfica"
Disp "de la evolución de los valores reales en"
Disp "el tiempo (con línea) y los valores de"
Disp var1
Disp "(En abcisas está el tiempo)"
Pause
NewPlot 1,2,kkk,iii,,,,3

```

```

NewPlot 2,1,kk2,jjj,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
augment(augment(subMat(mat,1,1,3,colDim(mat));subMat(mat,zzz,1,zzz,col
Dim(mat)));abs(mat[3]-mat[zzz]))→mat2
augment(["Período"][vartemp]["Valor
Real"][mid(var1,1,13)]["Desviación Absoluta"]],mat2)→mat2
list→mat((mat→list(subMat(mat2[5],1,2,1,colDim(mat2))))^2)→valor
augment(["Error cuadrático"],valor)→valor
augment(mat2;valor)→mat2
augment(mat2;newMat(1,colDim(mat2)))→mat2
"Desviación Relativa %"→mat2[7,1]
1→iii
For iii,2,colDim(mat2)
(mat2[4,iii]/(mat2[3,iii])-1)*100→valor
expr(format(valor,deci))→mat2[7,iii]
EndFor
ClrIO
If var=5
subMat(mat2,2,1,rowDim(mat2),colDim(mat2))→mat2
Pause mat2
ClrIO
Disp "Desviación absoluta media DAM"
Output 20,50,"Σ|errores previsión|"
Output 30,0,"DAM = -----"
Output 40,50," n períodos"
Output 60,0,"DAM = "
Output
60,40,sum(mat→list(subMat(mat2[5],1,2,1,colDim(mat2))))/periodo
Pause
ClrIO
Disp "Error cuadrático medio ECM"
Output 20,50,"Σ|errores previsión|^2"
Output 30,0,"ECM = -----"
Output 40,50," n períodos"
Output 60,0,"ECM = "
Output
60,40,sum(mat→list(subMat(mat2[6],1,2,1,colDim(mat2))))/periodo
Pause
ClrIO
Disp "Seguimiento de las previsiones con"
Disp "Señal de rastreo Sr"
Disp "Sr = SAEP / DAM"
Disp "donde:"
Disp "SAEP = Σ(valor real-previsión) ,"
Disp "en período i"
Disp "DAM = Σ|errores previsión|/(n períodos)"
Pause :ClrIO
Disp "A continuación debe elegir la banda de"
Disp "límites de DAM para comprobar si los"
Disp "valores de la previsión están dentro de"
Disp "los límites aceptables"
Pause :ClrIO
Dialog
DropDown "Banda límites DAM",{ "±2 DAM", "±3 DAM", "±4 DAM", "±5 DAM", "±6
DAM", "±7 DAM", "±8 DAM"},lim
EndDialog
lim+1→lim
©señal de rastreo

```

```

augment(subMat(mat,1,1,4,colDim(mat));newMat(6,colDim(mat)))->mat3
mat[3]-mat[4]->mat3[5]
abs(mat3[5])>mat3[7]
1->iii
For   iii,1,colDim(mat3)
sum(mat>list(subMat(mat3[5],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[6,iii]   @Saep
sum(mat>list(subMat(mat3[7],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[8,iii]   @Error acumulado
mean(mat>list(subMat(mat3[7],1,1,1,iii)))->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[9,iii]   @Dam acumulado
mat3[6,iii]/(mat3[9,iii])>valor
If   valor=undef
1->valor
expr(format(valor,deci))->mat3[10,iii]
@Señal de rastreo
EndFor
augment(["Período"][vartemp]["Valor
Real"][mid(var1,1,13)]["Error"]["SAEP"]["Error Absoluto"]["Error
acumulado"]["DAM acumulado"]["Señal Rastreo"]],mat3)->mat3
Pause   mat3
ClrIO
min(mat>list(subMat(mat3[10],1,2,1,colDim(mat3))))->mi
max(mat>list(subMat(mat3[10],1,2,1,colDim(mat3))))->ma
Disp   "La fluctuación de los valores previstos"
Disp   "oscilan entre:"
Disp   "Límite inferior "&string(mi)&" DAM"
Disp   "Límite superior "&string(ma)&" DAM"
If abs(mi)<lim and ma<lim Then
Disp   "Las previsiones están bajo control para"
Disp   "la banda tomada ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(ma)≥lim and abs(mi)≥lim Then
Disp   "Previsión fuera de control en límites"
Disp   "superior e inferior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(mi)≥lim Then
Disp   "Previsión fuera de control en límite"
Disp   "inferior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
ElseIf abs(ma)≥lim Then
Disp   "Previsión fuera de control en límite"
Disp   "superior para banda ±"&string(lim)&" DAM"
EndIf
Pause
ClrIO
EndPrgm

```

CALIMED.

```

Calimed()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Calidad media de salida
ClrIO
Disp ""
Output 10,0,"          Calidad media de salida"
Output 30,0,"  Control Estadístico de Procesos"
Pause
ClrIO

```

```

setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Calidad media de salida"
Text "Introduzca datos para la calidad"
Text ""
Text "Pd porcentaje real Uds defectosas lote"
Request "Pd ?",pd
Text "Pa probabilidad aceptar el lote"
Request "Pa ?",pa
Request "N n° elementos lote?",nn
Request "n n° elem. muestra ?",n
Text ""
EndDialog
expr(pd)→pd
expr(pa)→pa
expr(nn)→nn
expr(n)→n
ClrIO
pd*pa*(nn-n)/nn→aoq
Disp "La calidad media de salida AØQ, o el"
Disp "porcentaje de elementos defectuosos es:"
disp ""
Disp "AØQ = [Pd*Pa*(N-n)/N]"
Pause "AØQ = "&string(aoq)
ClrIO
EndPrgm

```

CAPACIDA.

```

Capacida()
Prgm
©Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
©Capacidad de un proceso
ClrIO
Disp ""
Output 1Ø,Ø,"          Capacidad de un proceso"
Output 3Ø,Ø,"  Control Estadístico de Procesos"
Pause
ClrIO
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Capacidad de un proceso"
Text "Introduzca datos para la capacidad"
Text ""
Request "x Media ?          ",x
Request "σ desv.típ.poblac.?",σ
Request "Límite superior ?  ",sup
Request "Límite inferior ?  ",inf
Text ""
EndDialog
expr(x)→x
expr(σ)→σ
expr(sup)→sup
expr(inf)→inf
ClrIO
(sup-x)/(3*σ)→izq
(x-inf)/(3*σ)→dch

```

```

{izq,dch}→var
Disp "Capacidad del proceso"
Disp "Cpk = min[lim SUP- $\bar{x}/(3\sigma), \bar{x}$ -lim INF/ $(3\sigma)$ ]"
Disp "Cpk = min"&string(var)
min(var)→cpk
Disp "Cpk = "&string(cpk)
If cpk=1 Then
Disp "La capacidad da menos de 2700 Uds."
Disp "defectuosas por millón"
ElseIf cpk=2 Then
Disp "La capacidad da menos de 3.4 Uds."
Disp "defectuosas por millón"
ElseIf cpk<1 Then
Disp "La capacidad arroja que no tendrá buena"
Disp "especificación: más de 2700 Uds. defec-"
Disp "tuosas por millón"
EndIf
Pause
ClrIO
EndPrgm

```

GRAFIC.

```

Grafic()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico c
ClrIO
Disp ""
Output 70,0,"      Límites de gráficos c"
Output 80,0,"      Control Estadístico de Procesos"
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Grafico c"
Text "Límites gráfico control de defectos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>",<math>3</math> para 99.73%"},z
Request "n periodos defectos?",n
DropDown "Límite inferior >>>",<math>Puede ser <0</math>","Sólo puede ser 0"},lim
Text ""
EndDlog
z+2→z
expr(n)→n
{}→lista
{}→lista2
1→iii
For iii,1,n
ClrIO
Disp "N° de período "&string(exact(iii))& " de "&string(exact(n))
Input "N° de defectos en período "&string(exact(iii))& " ?",var
augment(lista,{var})→lista

```



```

augment(lista2,{var/n})→lista2
EndFor
augment(list▶mat(seq(i,i,1,n));list▶mat(lista))→mat
augment(mat;list▶mat(lista2))→mat
sum(lista)→et
et/n→c
Lbl go
ClrIO
Disp "La matriz de datos con fracción de"
Disp "defectos:"
Pause augment([[ "N° Período" ] [ "N° Defectos" ] [ "Fracción
Defectos" ] ],mat)
ClrIO
Disp "
Disp "El valor de  $\bar{c}$ :"
Disp " $\bar{c}$ "
Disp " $\bar{c}=et/n$  , donde et = n° total defectos"
Disp "et = "&string(et)
Disp " $\bar{c}$ "
Pause "c = "&string(c)
ClrIO
Disp "Límite de control superior UCLc"
Disp "
Disp " $UCLc = \bar{c} + 3 * \sqrt{\bar{c}}$ "
Disp ""
Disp " $UCLc =$ &string(c)& + 3"& *  $\sqrt{$ &string(c)&)"
c+3* $\sqrt{c}$ →ucl
expr(format(ucl,deci))→ucl
Disp ""
Pause "UCLc = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCLc"
Disp "
Disp " $LCLc = \bar{c} - 3 * \sqrt{\bar{c}}$ "
Disp ""
Disp " $LCLc =$ &string(c)& - 3"& *  $\sqrt{$ &string(c)&)"
c-3* $\sqrt{c}$ →lcl
If lim=2 and lcl<0
0→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCLp = "&string(lcl)
ClrIO
Output 40,0," Gráfico C"
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat▶list(mat[1])→iii
mat▶list(mat[2])→jjj
seq(ucl,i,1,n)→kkk
seq(lcl,i,1,n)→mmm
seq(c,i,1,n)→nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```

GRAFIP.

```

Grafip()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico p
ClrIO
Disp ""
Output 70,0,"      Límites de gráficos p"
Output 80,0,"      Control Estadístico de Procesos"
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
Dialog
Title "Grafico p"
Text "Límites gráfico control de atributos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>","2 para 95.5%","3 para 99.73%"},z
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
DropDown "Límite inferior >>>","Puede ser <0","SÓlo puede ser 0"},lim
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(t)→t:expr(n)→n
{}→lista
{}→lista2
1→iii
For iii,1,t
ClrIO
Disp "N° de muestra "&string(exact(iii))&" de "&string(exact(t))
Input "N° de errores en muestra "&string(exact(iii))&" ?",var
augment(lista,{var})→lista
augment(lista2,{var/n})→lista2
EndFor
augment(list▶mat(seq(i,i,1,t));list▶mat(lista))→mat
augment(mat;list▶mat(lista2))→mat
sum(lista)→et
et/(n*t)→p
√(p*(1-p)/n)→σp
Lbl go
ClrIO
Disp "La matriz de datos con fracción de"
Disp "defectos:"
Pause augment([[ "N° Muestra" ] [ "N° Errores" ] [ "Fracción Defectos" ] ],mat)
ClrIO
Disp "      "
Disp "El valor de  $\bar{p}$ :"
Disp "      "
Disp "p=et/(n*t) , donde et = n° total errores"
Disp "      "
Pause "p = "&string(p)

```

```

ClrIO
Disp "Límite de control superior UCLp"
Disp "
Disp "UCLp =  $\bar{p} + z * \sigma_p$  ,con:  $\sigma_p = \sqrt{(\bar{p}*(1-\bar{p})/n)}$ "
Disp ""
Disp "UCLp = "&string(p)&" + "&string(z)&" * "&string( $\sigma_p$ )
p+z* $\sigma_p$ →ucl
expr(format(ucl,deci))→ucl
Disp ""
Pause "UCLp = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCLp"
Disp "
Disp "LCLp =  $\bar{p} - z * \sigma_p$  ,con:  $\sigma_p = \sqrt{(\bar{p}*(1-\bar{p})/n)}$ "
Disp ""
Disp "LCLp = "&string(p)&" - "&string(z)&" * "&string( $\sigma_p$ )
p-z* $\sigma_p$ →lcl
If lim=2 and lcl<0
0→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCLp = "&string(lcl)
ClrIO
Output 40,0," Gráfico P"
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat↵list(mat[1])→iii
mat↵list(mat[3])→jjj
seq(ucl,i,1,t)→kkk
seq(lcl,i,1,t)→mmm
seq(p,i,1,t)→nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```

LÍMITE.

```

Limite()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Límites del gráfico de medias y de intervalos
ClrIO
Disp ""
[[["n","A2","D4","D3"] [2,1.88,3.268,0] [3,1.023,2.574,0] [4,0.729,2.282,0]
[5,0.577,2.115,0] [6,0.483,2.004,0] [7,0.419,1.924,0.076] [8,0.373,1.864
,0.136] [9,0.337,1.816,0.184] [10,0.308,1.777,0.223] [12,0.266,1.716,0.28
4]]→matt
Output 70,0,"Límites de gráficos (de medias e inter-"
Output 80,0,"valos) - Control Estadístico de Procesos"
Output 0,0," Conocemos las variables..."

```

```

PopUp {"σ, xi(de cada muestra)","σ,  $\bar{x}$ , Ii(de cada  $\bar{x}$ )","σ,  $\bar{x}$ (media),
I(medio)"," $\bar{x}$ (media), I(medio)","xi(de cada muestra) solo"," $\bar{x}$ (media),
Ii(de cada  $\bar{x}$ )"},lim
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
If lim≠4 and lim≠3 and lim≠5 and lim≠6 Then
Dialog
Title "Grafico  $\bar{x}$ "
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
DropDown "z desviac.típicas? >>>","{2 para 95.5%","3 para 99.73%}",z
Request "σ desv.típ.poblac.? ",σ
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(σ)→σ:expr(t)→t:expr(n)→n
ElseIf lim=5 or lim=6 Then
Lbl repe5
Dialog
Title "Grafico  $\bar{x}$ "
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "t n° de muestras ? ",t
Request "n tamaño de muestra?",n
Text "(n entre 2 y 12)"
Text ""
EndDlog
If expr(n)>12 or expr(n)<2
Goto repe5
expr(t)→t:expr(n)→n
ElseIf lim=3 Then
Dialog
Title "Representacion limites superior e inferior"
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "σ desv.típ.poblac.? ",σ
DropDown "z desviac.típicas? >>>","{2 para 95.5%","3 para 99.73%}",z
Request "I Intervalo medio ? ",i
Request "n tamaño de muestra?",n
Request " $\bar{x}$  media de medias ? ",x
Text ""
EndDlog
z+1→z
expr(σ)→σ:expr(i)→i:expr(x)→x:expr(n)→n
Goto pasar
ElseIf lim=4 Then
Lbl repe4
Dialog
Title "Representacion limites superior e inferior"
Text "Límites gráfico de medias e intervalos"
Text ""
Request "I Intervalo medio ? ",i
Request "n tamaño de muestra?",n

```

```

Text  "(n entre 2 y 12)"
Request  "x̄ media de medias  ?",x
Text  ""
EndDlog
expr(i)→i:expr(x)→x:expr(n)→n
If  n>12 or n<2
Goto  repe4
Goto  pasar
EndIf
If lim=1 or lim=5 Then
n→var
Else
1→var
EndIf
1→iii
1→jjj
For  iii,1,t
For  jjj,1,var
ClrIO
Disp  "Muestra n° "&string(exact(iii))&" de "&string(exact(t))
If var=1 Then
If iii=1 Then
{}→lista
{}→list
EndIf
Input  "Valor medio muestra x̄("&string(exact(iii))&") ?",valor
augment(lista,{valor})→lista
Input  "Valor medio muestra I("&string(exact(iii))&") ?",valor
augment(list,{valor})→list
ElseIf var>1 Then
If  jjj=1
{}→#("lista"&string(exact(iii)))
Input  "Valor x("&string(exact(jjj))&") ?",valor
augment(#("lista"&string(exact(iii))),{valor})→#("lista"&string(exact(
iii)))
EndIf
EndFor
EndFor
newMat(2,t)→mat
1→iii
For  iii,1,t
iii→mat[1,iii]
If lim=2 or lim=6 Then
lista[iii]→mat[2,iii]
mean(lista)→x
ElseIf lim=1 or lim=5 Then
If  iii=1
newMat(t,n)→mat1
list→mat(#("lista"&string(exact(iii))))→mat1[iii]
mean(#("lista"&string(exact(iii))))→mat[2,iii]
EndIf
EndFor
@crea intervalos en muestras
If lim=1 or lim=5 Then
augment([[ "n xi"/("t muestras")]],list→mat(seq(i,i,1,n))→iii
augment((list→mat(seq(i,i,1,t)))T,mat1)→jjj
augment(iii;jjj)→mat1
{}→list
1→iii
For  iii,2,t+1

```

```

augment(list,{max(mat>list(subMat(mat1,iii,2,iii,colDim(mat1))))-
min(mat>list(subMat(mat1,iii,2,iii,colDim(mat1))))})>list
EndFor
EndIf
list->interv
mean(mat>list(mat[2]))>x
augment(["Muestras"]["Medias  $\bar{x}$ "],mat)>mat
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
augment({"Intervalo I"},list)>list
augment(mat;list>mat(list))>mat
EndIf
mean(interv)>i
Lbl go
ClrIO
Disp "Los valores introducidos fueron:"
If lim#4 and lim#5 and lim#6 Then
Disp "z = "&string(z)
Disp "σ = "&string(σ)
EndIf
Disp "n (xi por muestra) = "&string(n)
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
Disp "t (n° muestras) = "&string(t)
EndIf
Pause :ClrIO
If lim=1 or lim=5 Then
Disp "Matriz de datos xi"
Pause mat1
ClrIO
EndIf
Disp "Matriz de medias  $\bar{x}$  y de intervalos I"
Pause mat
ClrIO
Disp "La media de los valores medios de todas"
Disp "las muestras es :"
Disp " _"
expr(format(x,deci))>x
Disp "  $\bar{x}$  = "&string(x)
Disp ""
Disp "El intervalo medio calculado para todas"
Disp "las medias es:"
Disp ""
Pause "I = "&string(i)
Lbl pasar
ClrIO
If lim=4 or lim=5 or lim=6 Then
matt[n,2]>a2
Disp "El valor A2 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(a2)
ClrIO
EndIf
If lim#4 and lim#5 and lim#6 Then
Disp "Límite de control superior UCL( $\bar{x}$ )"
Disp " "
Disp " $UCL(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} + z * \sigma/\sqrt{n}$ "
Disp ""
Disp " $UCL(\bar{x}) =$ "&string(x)&" + "&string(z)&" *
&string(σ)&" / √("&string(n)&")"
x+z*σ/(√(n))>uc1
expr(format(uc1,deci))>uc1
Disp ""

```

```

Pause "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(uc1)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL( $\bar{x}$ )"
Disp "
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} - z * \sigma(\bar{x}) = \bar{x} - z * \sigma/\sqrt{n}$ "
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" - "&string(z)&" *
"&string( $\sigma$ )&"/√("&&string(n)&)"
x-z* $\sigma$ /√(n)→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(lcl)
ClrIO
ElseIf lim=4 or lim=5 or lim=6 Then
Disp "Límite de control superior UCL( $\bar{x}$ )"
Disp "
Disp "UCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} + (A2 * I)$ "
Disp ""
Disp "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" + "&string(a2)&" * "&string(i)
x+a2*i→uc1
expr(format(uc1,deci))→uc1
Disp ""
Pause "UCL( $\bar{x}$ ) = "&string(uc1)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL( $\bar{x}$ )"
Disp "
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) =  $\bar{x} - (A2 * I)$ "
Disp ""
Disp "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(x)&" - "&string(a2)&" * "&string(i)
x-a2*i→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCL( $\bar{x}$ ) = "&string(lcl)
ClrIO
Disp "Como solo introdujo el dato de  $\bar{x}$  media "
Disp "de las medias, no puede conocerse datos"
Pause "de control entre los límites"
ClrIO
Goto pasagraf
EndIf
ClrIO
If lim=3
Goto pasagraf
Output 40,0," Gráfico de control  $\bar{x}$ "
Pause " Pulse Enter para continuar"
mat→list(subMat(mat[1],1,2,1,colDim(mat)))→iii
mat→list(subMat(mat[2],1,2,1,colDim(mat)))→jjj
seq(uc1,i,1,t)→kkk
seq(lcl,i,1,t)→mmm
seq(x,i,1,t)→nnn
NewPlot 1,1,iii,jjj,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
ClrIO
Lbl pasagraf
If n>12 or n<2 Then
Disp "Con un tamaño de muestra n menor a 2 o"

```

```

Disp "superior a 12 no se puede calcular el"
Disp "gráfico de intervalos I"
Pause
ClrIO
Goto final
EndIf
matt[n,3]→d4
matt[n,4]→d3
Disp "El valor D4 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(d4)
ClrIO
Disp "Límite de control superior UCL(I)"
Disp ""
Disp "UCL(I) = D4 * I"
Disp ""
Disp "UCL(I) = "&string(d4)&" * "&string(i)
d4*i→ucl
expr(format(ucl,deci))→ucl
Disp ""
Pause "UCL(I) = "&string(ucl)
ClrIO
Disp "El valor D3 de la tabla correspondiente"
Pause "a n = "&string(n)&" es: "&string(d3)
ClrIO
Disp "Límite de control inferior LCL(I)"
Disp ""
Disp "LCL(I) = D3 * I"
Disp ""
Disp "LCL(I) = "&string(d3)&" * "&string(i)
d3*i→lcl
expr(format(lcl,deci))→lcl
Disp ""
Pause "LCL(I) = "&string(lcl)
ClrIO
If lim=3 or lim=4 Then
Disp "Como solo introdujo el dato de I medio "
Disp "no puede conocerse datos de control"
Pause "entre los límites"
ClrIO
EndIf
If lim=1 or lim=2 or lim=5 or lim=6 Then
Output 40,0," Gráfico de control I"
Pause " Pulse Enter para continuar"
seq(ucl,a,1,t)→kkk
seq(lcl,a,1,t)→mmm
seq(i,a,1,t)→nnn
NewPlot 1,1,iii,interv,,,1
NewPlot 2,2,iii,kkk,,,4
NewPlot 3,2,iii,mmm,,,4
NewPlot 4,2,iii,nnn,,,4
ZoomData
Pause
EndIf
Lbl final
ClrDraw
EndPrgm

```


MEDIAM.

```

Mediam()
Prgm
@Goto go
NewProb
@Medias móviles y medias ponderadas
ClrIO
Disp ""
PopUp {"Medias móviles","Medias ponderadas"},med
If med=1 Then
Disp "      M e d i a s  m ó v i l e s"
Disp ""
Output 30,78,"Σdemanda n períodos previos"
Output 40,0,"Media Móvil= -----"
Output 50,150,"n"
Pause
ElseIf med=2 Then
Disp "      M e d i a s  p o n d e r a d a s"
Disp ""
Output 20,0,"      Media Móvil ponderada (Mp) = "
Output 50,0,"Mp = -----"
Output 40,0,"      Σ(ponderación en n)*(demanda en n)"
Output 60,0,"      Σ ponderaciones"
Pause
EndIf
ClrIO
Disp "      Períodos de Tiempo "
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
Input "N° de períodos previos n ?","n
newMat(2,n)→pond
{"Mes","Mes","Día","Año"}→var
If med=2 Then
1→iii
For iii,1,n
ClrIO
Disp "Ponderación:"
If tiempo=1 or tiempo=2 Then
"es"→va
Else
"s"→va
EndIf
If iii=1
Disp "Último "&var[tiempo]
If iii≠1
Disp "hace "&string(iii)&" "&var[tiempo]&va
Input "Valor ?","p
iii→pond[1,iii]
p→pond[2,iii]
EndFor
ClrIO
sum(mat▶list(pond[2]))→ponde
EndIf
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
If tiempo=2 Then
Dialog

```

```

DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añofin
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añofin)→añofin
(añofin-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
1→iii
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
newMat(4,periodo)→mat
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[1,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]&", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[2,iii]
Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[2,iii]
EndIf
Input "Valor real ?",val
val→mat[3,iii]
If iii>n Then
If med=1
Σ(mat[3,i],i,iii-n,iii-1)/n→valor
If med=2
sum(mat→list(subMat(mat[3],1,iii-n,1,iii-1) .* pond[1]))/ponde→valor
expr(format(valor,"f2"))→mat[4,iii]
EndIf
If tiempo=2
1+jjj→jjj
EndFor
Lbl go
ClrIO
Disp "          R e s u l t a d o : "
Disp ""
""→va
If med=2
"Ponderada"→va
Pause augment([[ "Período" ][var[tiempo]] [ "Valor Real" ] [ "Media Móvil"
"&va]],approx(mat))
ClrIO
EndPrgm

```

ORGPRO.

```

Orgpro()
Prgm
@Orgpro calcula problemas de Organización de la Producción
© José Manuel Gómez 2005
ClrIO
FnOff
setGraph("axes","off")
PlotsOff
ClrDraw
RclPic  dibuj
Pause
setGraph("axes","on")
Disp ""
Dialog
Title "      Jose Manuel Gomez presenta..."
Text ""
Text "      O R G P R O   v.   1.1"
Text ""
Text ""
Text "      Organización de la Producción."
Text "      Programas para cálculos"
Text "      de 6º Ingeniería Industrial"
Text ""
Text ""
Text "@2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED"
EndDlog
Lbl orgpro
ClrIO
Output 30,0,"      ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN"
Output 60,0,"@2005-06 José M. Gómez Vega ETSII-UNED"
Toolbar
Title "Productividad"
Item "Medida de la Productividad",pro
Title "Previsión"
Item "Medias móviles",med
Item "Alisado exponencial",ali
Item "Proyección de la Tendencia",ten
Item "Variaciones estacionales",var
Item "Regresión lineal",reg
Item "Seguimiento y control",seg
Title "C.Estad.Procesos"
Item "Gráficos medias e intervalos",lim
Item "Gráficos p",grafip
Item "Gráficos c",grafic
Item "Capacidad del proceso",cap
Item "Calidad media de salida",cal
EndTBar
Lbl pro
produc()
Goto orgpro
Lbl med
mediam()
Goto orgpro
Lbl ali
ClrIO
Disp "Calcula el alisado exponencial incluyen-"
Disp "do el seguimiento y control"
Pause :ClrIO

```

```

alisado()
Goto orgpro
Lbl ten
tendenci()
Goto orgpro
Lbl var
variaci()
Goto orgpro
Lbl reg
regresi()
Goto orgpro
Lbl seg
ClrIO
Disp "Calcula el alisado exponencial incluyen-"
Disp "do el seguimiento y control"
Pause :ClrIO
alisado()
Lbl lim
ClrIO
limite()
Goto orgpro
Lbl grafip
ClrIO
grafip()
Goto orgpro
Lbl grafic
ClrIO
grafic()
Goto orgpro
Lbl cap
ClrIO
capacida()
Goto orgpro
Lbl cal
ClrIO
calimed()
Goto orgpro
EndPrgm

```

PRODUC.

```

Produc()
Prgm
NewProb
ClrIO
Output 0,0,"          P r o d u c t i v i d a d"
PopUp {"Monofactorial","Multifactorial"},var1
PopUp {"Productividad única","Productividad comparativa"},var2
ClrIO
If var1=1 Then
Disp "Señale el input empleado..."
{"Trabajo","Material","Energía","Capital","Otro"}→inputs
PopUp inputs,var3
EndIf
1→iii
If var1=1 Then
For iii,1,var2
ClrIO

```

```

Input  "Unidades producidas Sistema "&string(iii)&
?","output"&string(exact(iii)))
Input  "Input empleado de "&inputs[var3]&
?","input"&string(exact(iii)))
EndFor
ElseIf var1=2 Then
For   iii,1,var2
ClrIO
Dialog
Text  "SISTEMA N° "&string(iii)
Request  "Unidades producidas?","output"&string(exact(iii)))
Request  "Unidades Trabajo ?","trabajo"&string(exact(iii)))
Request  "Unidades Material ?","materia"&string(exact(iii)))
Request  "Unidades Energía ?","energia"&string(exact(iii)))
Request  "Unidades Capital ?","capital"&string(exact(iii)))
Request  "Unidades Otros ?","otros"&string(exact(iii)))
EndDlog
EndFor
EndIf
ClrIO
If var1=1 Then
Output  0,100,"Unidades producidas"
Output  10,0,"Productividad = -----"
Output  20,130,inputs[var3]
ElseIf var1=2 Then
Output  0,100,"Unidades producidas"
Output  10,0,"Productividad = -----"
Output  20,100,"Tr,Mat,Ene,Cap,Otr"
EndIf
1→iii
For   iii,1,var2
If   var2>1
Disp  "Sistema N° "&string(exact(iii))
If   var1=1
approx(#("output"&string(exact(iii)))/(#("input"&string(exact(iii)))))
→#("p"&string(exact(iii)))
If   var1=2
approx(expr(#("output"&string(exact(iii)))/(expr(#("trabajo"&string(e
xact(iii)))+expr(#("materia"&string(exact(iii)))+expr(#("energia"&st
ring(exact(iii)))+expr(#("capital"&string(exact(iii)))+expr(#("otros
"&string(exact(iii)))))→#("p"&string(exact(iii)))
Disp  expr("pr"&string(exact(iii)))=#("p"&string(exact(iii)))
EndFor
If var2=2 Then
(p2/p1-1)*100→incr
If incr>0 Then
"incrementa"→val
Else
"decrementa"→val
EndIf
Disp  "El Sistema N° 2 "&val&" la producti-"
Disp  "vidad en un "&string(abs(incr))&" %"
EndIf
Pause :ClrIO
EndPrgm

```

REGRESI.

```

Regresi()
Prgm
@Goto go
NewProb
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Análisis de Regresión lineal para previsiones
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp "          Elija tipo de período"
Output 70,0,"      Regresión lineal con correlación"
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
{"Mes","Mes","Día","Año"}→var
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
Disp "          Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then
Dialog
DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añoфин
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añoфин)→añoфин
(añoфин-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
newMat(7,periodo)→mat
1→iii
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[2,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]&", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[1,iii]

```

```

Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[1,iii]
EndIf
Input "Valor y ?",val
val→mat[3,iii]
Input "Valor x ?",val
val→mat[4,iii]
mat[3,iii]^2→mat[5,iii]
mat[4,iii]^2→mat[6,iii]
mat[3,iii]*mat[4,iii]→mat[7,iii]
1+jjj→jjj
EndFor
ClrIO
Pause augment([[var[tiempo],"Período","Valor y","Valor
x","y^2","x^2","xy"]],mat)
periodo→n
mat▶list(mat[4])→xlista
sum(xlista)→sumax
mat▶list(mat[3])→ylista
sum(ylista)→sumay
sum(mat▶list(mat[5]))→sumay2
sum(mat▶list(mat[6]))→sumax2
sum(mat▶list(mat[7]))→sumaxy
mean(xlista)→xmedia
mean(ylista)→ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)→b
ymedia-b*xmedia→a
a+b*x→y
√((sumay2-a*sumay-b*sumaxy)/(n-2))→syx
(n*sumaxy-sumax*sumay)/(√((n*sumax2-sumax^2)*(n*sumay2-sumay^2)))→r
Lbl go
ClrIO
Disp "Regresión lineal para recta de tendencia"
Disp "Datos calculados ("&mid(decí,2,2)&" decimales)"
Disp "Σx = "&string(sumax)
Disp "Σy = "&string(sumay)
Disp "Σx² = "&string(sumax2)
Disp "Σy² = "&string(sumay2)
Disp "Σxy = "&string(sumaxy)
expr(format(xmedia,decí))→xmediaz
Disp "x̄ = Σx/n = "&string(xmediaz)
expr(format(ymedia,decí))→ymediaz
Disp "ȳ = Σy/n = "&string(ymediaz)
Pause :ClrIO
Disp "Resultado:"
Disp ""
expr(format(a,decí))→az
expr(format(b,decí))→bz
az+bz*x→yz
Disp "y = a + bx = "&string(yz)
Disp ""
Disp "donde:"
Disp ""
Disp "b = [(Σxy-nx̄ȳ)/(Σx²-nx̄²)] = "&string(bz)
Disp "a = ȳ - bx̄ = "&string(az)
Pause
ClrIO
Disp "Error estándar de la estimación Syx"
Disp "Syx = √[(Σy²-aΣy-bΣxy)/(n-2)]"

```

```

expr(format(syx,deci))→valor
Disp "Syx = "&string(valor)
Disp "Coeficiente de Correlación r"
Disp "r=(nΣxy-ΣxΣy)/√[(nΣx²-(Σx)²)(nΣy²-(Σy)²]"
expr(format(r,deci))→valor
Disp "r = "&string(valor)
Disp "Coeficiente de Determinación r²"
expr(format(r^2,deci))→valor
Disp "r² = "&string(valor)&" →
"&string(expr(mid(string(valor),1,3))*100)&"% explicado por regresión"
Pause :ClrIO
LinReg xlista,ylista
regeq(x)→y1(x)
NewPlot 1,1,xlista,ylista
ZoomData
Pause :ClrIO
Lbl proye
Disp "Proyección de la demanda período futuro"
Input "Introduzca valor demanda x futura ?",va
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = "&string(va)
Disp "resulta:"
y|x=va→yz
expr(format(yz,deci))→yz
Disp "y = "&string(yz)
Pause :ClrIO
PopUp {"Otra previsión futura","Salir"},iii
If iii=1
Goto proye
EndPrgm

```

TENDENCI.

```

Tendenci()
Prgm
@Goto go
setMode("Exact/Approx","AUTO")
NewProb
@Proyecciones de la tendencia con mínimos cuadrados
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp " Elija tipo de períodos temporales"
Output 70,0," Proyección de la tendencia"
Output 80,0," con mínimos cuadrados"
PopUp {"Meses 1 solo año","Meses varios años","Días","Años"},tiempo
{"Mes","Mes","Día","Año"}→var
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1980,2005)→año
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
Disp " Períodos de Tiempo "
If tiempo=2 Then

```



```

Dialog
DropDown "Mes inicio ?",mes,mesini
Request "Año inicio ?",añoini
DropDown "Mes final ?",mes,mesfin
Request "Año final ?",añofin
EndDlog
expr(añoini)→añoini
expr(añofin)→añofin
(añofin-añoini-1)*12+12-mesini+1+mesfin→periodo
Else
Dialog
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
EndDlog
fin-ini+1→periodo
EndIf
If tiempo=2 Then
mesini→jjj
añoini→kkk
EndIf
newMat(5,periodo)→mat
1→iii
For iii,1,periodo
ClrIO
If jjj=13 and tiempo=2 Then
1→jjj
1+kkk→kkk
EndIf
Disp "Período N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)
iii→mat[2,iii]
If tiempo=2 Then
Disp "Mes "&mes[jjj]&", Año "&string(kkk)
mes[jjj]&" "&string(kkk)→mat[1,iii]
Else
Disp expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[1,iii]
EndIf
Input "Valor y ?",val
val→mat[3,iii]
mat[2,iii]^2→mat[4,iii]
mat[2,iii]*mat[3,iii]→mat[5,iii]
1+jjj→jjj
EndFor
Lbl go
ClrIO
Pause augment([[var[tiempo],"Período x","Valor y","x²","xy"]],mat)
periodo→n
mat→list(mat[2])→xlista
sum(xlista)→sumax
mat→list(mat[3])→ylista
sum(ylista)→sumay
sum(mat→list(mat[4]))→sumax2
sum(mat→list(mat[5]))→sumaxy
mean(xlista)→xmedia
mean(ylista)→ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)→b
ymedia-b*xmedia→a
a+b*x→y
Lbl go
ClrIO

```

```

Disp "Regresión lineal para recta de tendencia"
Disp "Datos calculados ("&mid(decí,2,2)&" decimales)"
Disp "Σx = "&string(sumax)
Disp "Σy = "&string(sumay)
Disp "Σx² = "&string(sumax2)
Disp "Σxy = "&string(sumaxy)
expr(format(xmedia,decí))→xmediaz
Disp "x̄ = Σx/n = "&string(xmediaz)
expr(format(ymedia,decí))→ymediaz
Disp "ȳ = Σy/n = "&string(ymediaz)
Pause :ClrIO
Disp "Resultado:"
Disp ""
expr(format(a,decí))→az
expr(format(b,decí))→bz
az+bz*x→yz
Disp "y = a + bx = "&string(yz)
Disp ""
Disp "donde:"
Disp ""
Disp "b = [(Σxy-nxȳ)/(Σx²-nx̄²)] = "&string(bz)
Disp "a = ȳ - bx̄ = "&string(az)
Pause
ClrIO
LinReg xlista,ylista
regeq(x)→y1(x)
NewPlot 1,1,xlista,ylista
ZoomData
Pause :ClrIO
Lbl proye
Disp "Proyección de la demanda período futuro"
If tiempo=1 or tiempo=2 Then
Disp "El último "&var[tiempo]&" fue: "&string(mat[1,colDim(mat)])&" →
"&string(mat[2,colDim(mat)])
Input var[tiempo]&" a proyectar (en cifra) ?",xx
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = "&string(xx)&" donde el valor es relativo"
Disp "respecto al último mes"
ElseIf tiempo≠1 and tiempo≠2 Then
Disp "El último "&var[tiempo]&" fue: "&string(mat[1,colDim(mat)])&" →
"&string(mat[2,colDim(mat)])
Input var[tiempo]&" a proyectar (en cifra) ?",va
va-mat[1,colDim(mat)]+mat[2,colDim(mat)]→xx
Disp "Según la ec.: y = a + bx con:"
Disp "x = ["&string(va)&"-
"&string(mat[1,colDim(mat)])&"]+"&string(mat[2,colDim(mat)])&" =
"&string(xx)
EndIf
Disp "resulta:"
y|x=xx→yz
expr(format(yz,decí))→yz
Disp "y = "&string(yz)
Pause :ClrIO
PopUp {"Otra previsión futura","Salir"},iii
If iii=1
Goto proye
EndPrgm

```

VARIACI.

```

Variaci()
Prgm
setMode("Exact/Approx","AUTO")
@Goto go
NewProb
@Variaciones estacionales en los datos
ClrIO
Dialog
DropDown "N° de decimales ?",{"0","1","2","3"},deci
EndDlog
deci-1→deci
"f"&string(deci)→deci
setMode("Exact/Approx","APPROXIMATE")
ClrIO
Disp "          Período para estacionalidad"
PopUp {"Horas","Días","Semanas","Meses","Otro período"},tiempo
{"Hora","Día","Semana","Mes","Período"}→var
If tiempo=5
Input "N° períodos ?",iii
seq(string(i),i,0,23)→hora
seq(string(i),i,1,31)→día
seq(string(i),i,1,52)→semana
seq(string(i),i,1,iii)→período
{"Enero","Febrero","Marzo","Abril","Mayo","Junio","Julio","Agosto","Se
ptiemb","Octubre","Noviemb","Diciemb"}→mes
ClrIO
If tiempo=1 Then
"DÍAS"→tiempo2
ElseIf tiempo=2 Then
"MESES"→tiempo2
ElseIf tiempo=3 or tiempo=4 Then
"AÑOS"→tiempo2
ElseIf tiempo=5 Then
"PERÍODOS"→tiempo2
EndIf
ClrIO
Disp "          Períodos de Tiempo "
Dialog
Text "PERÍODOS ESTACIONALES"
DropDown var[tiempo]&" inicio ?",expr(var[tiempo]),ini
DropDown var[tiempo]&" final ?",expr(var[tiempo]),fin
Text ""
Text tiempo2&" DE DEMANDA"
Request "N° de "&tiempo2&" ?",n
EndDlog
expr(n)→n
ClrIO
Disp "Demanda esperada para "&mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&
"&string(n+1)
Input "Valor demanda ?",demanda
fin-ini+1→periodo
newMat(6+n,periodo)→mat
1→iii
1→jjj
For jjj,1,n
For iii,1,periodo
ClrIO
Disp "Período Estacional N° "&string(iii)&" de "&string(periodo)

```

```

Disp  expr(var[tiempo])[ini-1+iii]
Disp  ""
Disp  mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&" de demanda n° "&string(jjj)
iii→mat[1,iii]
expr(expr(var[tiempo])[ini-1+iii])→mat[2,iii]
Input  "Valor real de demanda ?",val
val→mat[2+jjj,iii]
EndFor
EndFor
Lbl  go
1→iii
For  iii,1,periodo
mean(mat→list(subMat(matT[iii],1,3,1,3+n-1)))→mat[3+n,iii]
EndFor
sum(mat→list(mat[3+n]))→mediatot
mediatot/periodo→media
1→iii
For  iii,1,periodo
media→mat[4+n,iii]
mat[3+n,iii]/(mat[4+n,iii])→valor
expr(format(valor,"f3"))→mat[5+n,iii]
demanda/periodo*valor→valor
expr(format(valor,deci))→mat[6+n,iii]
EndFor
{}→jjj
1→iii
For  iii,1,n
augment(jjj,{"Demanda "&mid(tiempo2,1,dim(tiempo2)-1)&" N° "&string(iii)})→jjj
EndFor
augment({"Período","Período Estacional"},jjj)→jjj
augment(jjj,{"Demanda media "&tiempo2,"Demanda media "&var[tiempo],"Índice Estacional","Demanda Esperada"})→jjj
augment((list→mat(jjj))T,mat)→mat2
ClrIO
Pause  mat2
ClrIO
periodo→n
mat→list(mat[1])→xlista
mat→list(mat[6])→ylista
sum(xlista)→sumax
sum(ylista)→sumay
sum(xlista^2)→sumax2
sum(xlista*ylista)→sumaxy
mean(xlista)→xmedia
mean(ylista)→ymedia
(sumaxy-n*xmedia*ymedia)/(sumax2-n*xmedia^2)→b
ymedia-b*xmedia→a
a+b*x→y
Disp  "Considerando los períodos de tiempo que"
Disp  "se han incrementado desde 1 hasta "&string(periodo)
Disp  "siendo la variable x, y que la demanda"
Disp  "media es la variable y, se calcula la"
Disp  "recta de regresión: y = a + b*x"
Disp  ""
Pause  "y = "&string(y)
Lbl  futuro
ClrIO
Disp  "Ahora consideremos un período futuro"
Input  var[tiempo]&" N° ?",iii

```

```

ClrIO
fPart(iii/periodo)*periodo→jjj
int(jjj)→jjj
If jjj=0
1→jjj
Disp "Valor y de la tendencia:  $y = a + b \cdot x$ "
Disp "y = "&string(y|x=iii)
Disp "índice Estacional i = "&string(mat[8,jjj])
Disp "para "&var[tiempo]& " "&string(mat[2,jjj])
Disp "Valor ye estacional ye:  $ye = i \cdot y$ "
mat[8,jjj]*y|x=iii→ye1
Disp "ye = "&string(ye1)
If iii≤2*periodo and iii>periodo Then
Disp "Valor demanda prevista calculada antes:"
If mat[9,jjj]>ye1 Then
" (en exceso "→kkk
Else
" (en defecto "→kkk
EndIf
Disp "ye = "&string(mat[9,jjj])&kkk&string((mat[9,jjj]/ye1-1)*100)&
"%)"
Else
Disp "No hay datos calculados para este "
Disp "período:  $i \leq$ "&string(periodo)& " and  $i >$ "&string(2*periodo)
EndIf
Pause :ClrIO
PopUp {"Otro período","Salir"},iii
If iii=1
Goto futuro
EndPrgm

```

Todos los subprogramas son llamados mediante el programa principal OrgPro a través de menús, como ya se ha explicado.