



# Excel para ingenieros y tecnólogos azucareros



Oscar Vásquez C.  
César Vega A.  
Luis Romero M.



# **Excel para ingenieros y tecnólogos azucareros**

*Versión 1.0 – agosto 30, 2022.*



Oscar Vásquez C.  
César Vega A.  
Luis Romero M.

Universidad Católica de Cuenca  
(campus La Troncal)



## **Excel para ingenieros y tecnólogos azucareros**

### © Autores:

Oscar Vásquez C.  
César Vega A.  
Luis Romero M.

Docentes de la Universidad Católica de Cuenca

© Universidad Católica de Cuenca

© Editorial Universitaria Católica de Cuenca

Primera edición:

ISBN: 978-9942-27-252-2

e-ISBN: 978-9942-27-254-6

**Editora:** Dra. Nube Rodas Ochoa

**Edición y corrección:** Mtr. Manuel Felipe Álvarez Galeano

**Diseño y diagramación:** Dis. Daniel Fernando Collaguazo López

**Diseño de portada:** Dis. Daniel Fernando Collaguazo López

**Impreso por Editorial Universitaria Católica (EDUNICA)**

**Dirección:** Tomás Ordóñez 6-41 y Presidente Córdova

**Teléfono:** 2830135

**E-mail:** [edunica@ucacue.edu.ec](mailto:edunica@ucacue.edu.ec)



Esta obra cumplió con el proceso de revisión por pares académicos bajo la modalidad de doble par ciego.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la obra sin permiso por escrito de la Universidad Católica de Cuenca, quien se reserva los derechos para la primera edición.

## **Dedicatoria**

**Oscar Vásquez**

Las palabras de este libro, todas, amanecidas, existiendo, y el pensamiento en ellos. A la memoria de mis padres.

... A mi hijo Gustavo Josué, a mis hermanos.

**César Vega**

A mi hijo, la luz de mi vida.

**Luis Romero**

Dedicado a mis hijos, que representan la continuación de mi existencia.



# 1 PREÁMBULO

La concepción de escribir este libro nace ante la necesidad de disponer de un documento técnico de consulta específico para la industria azucarera, especialmente en el área fabril. Los diferentes procesos y/o actividades en los ingenios azucareros empiezan con la planificación de las diferentes labores agrícolas que garantizan en calidad y cantidad de caña a la fábrica, pasando por el corte, el alza y el transporte de la caña; luego, con los procesos elaboración del azúcar, y, finalmente, con el almacenamiento, el transporte, la comercialización y los servicios postventa del azúcar: todas estas actividades involucraban, en gran medida, procesos numéricos, ya sean contables, financieros, matemáticos, ingenieriles, estadísticos y otros sin una tecnología informática propicia que exigía la inversión de una gran cantidad de tiempo por la forma manual de realizarlos y resolverlos.

Hoy, con el avance de los sistemas de información gerencial en función de las aplicaciones informáticas de avanzada, los procesos que implican cálculos numéricos son resueltos en tiempos extremadamente reducidos, en comparación con las técnicas manuales; sin embargo, en algunos casos, los sistemas de información gerencial, tales como los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) o sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) en su momento no están a disponibilidad de determinada área, ya sea por costos o por falta de infraestructura, por lo que el ingeniero o tecnólogo azucarero puede acceder a aplicaciones de uso común y económico para resolver sus problemas de cálculo técnicos, disponibles prácticamente en todas las computadoras de escritorio o portátiles que exigen la inclusión de Microsoft Excel en el Microsoft Office del sistema operativo Windows.

Este libro fue escrito bajo la plataforma del sistema operativo Windows y Microsoft Excel 2016; sin embargo, sus problemas y ejercicios pueden ejecutarse sin contratiempos en versiones actuales. El libro intenta introducir a los ingenieros y tecnólogos azucareros noveles en la industria azucarera y que dispongan de conocimientos elementales del manejo de hojas de cálculo, a través de ejercicios con aplicaciones de las ecuaciones y funciones básicas, para que, luego, con la aplicación de herramientas de cálculos más avanzadas, tales como programación Visual Basic para Excel, automatizar las mismas tareas que podrán ser de utilidad para los técnicos azucareros que tienen trayectoria en el quehacer azucarero y en el uso de Excel avanzado





## 2 ÍNDICE

|       |  |       |
|-------|--|-------|
| 1     | PREÁMBULO .....  | vii   |
| 2     | ÍNDICE.....  | ix    |
| 3     | ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | xi    |
| 4     | ÍNDICE DE ECUACIONES .....   | xx    |
| 5     | GLOSARIO DE TÉRMINOS.....  | xxiii |
| 1.    | EXCEL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA .....  | 27    |
| 1.1.  | INTRODUCCIÓN .....   | 27    |
| 1.2.  | APLICACIÓN DE UN EJEMPLO.....  | 29    |
| 1.3.  | SEMÁFOROS EN RANGO DE CELDAS .....   | 30    |
| 1.4.  | FUNCIONES LÓGICAS DE EXCEL .....   | 34    |
| 1.5.  | CELIDAS CON COLOR Y FORMATO CONDICIONAL .....                                  | 36    |
| 1.6.  | LA FUNCIÓN MATEMÁTICA SUMA(RANGO_CELDAS) .....                                 | 42    |
| 1.7.  | APLICANDO PROMEDIOS PONDERADOS .....   | 43    |
| 1.8.  | ECUACIONES PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA Y SU APLICACIÓN EN EXCEL<br>46          |       |
| 1.9.  | EJEMPLO PRÁCTICO .....   | 53    |
| 1.10. | ECUACIONES AZUCARERAS UTILIZANDO EXCEL .....                                   | 63    |
| 1.11. | CÁLCULOS PARA EL BALANCE DE POL.....   | 71    |
| 2.    | VARIAS APLICACIONES DE EXCEL PARA CÁLCULOS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA<br>95     |       |
| 2.1.  | EL DIAGRAMA DE COBENZE .....   | 95    |
| 2.2.  | SOLUCIÓN DE MEZCLAS MEDIANTE SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES ....               | 97    |
| 2.3.  | FUNCIONES EXCEL DE UTILIDAD EN CÁLCULOS AZUCAREROS .....                       | 101   |
| 2.4.  | TABLAS DINÁMICAS EN LOS REPORTES AZUCAREROS .....                              | 111   |
| 2.5.  | CAMPOS CALCULADOS .....  | 117   |
| 2.6.  | LOS FILTROS .....  | 120   |
| 2.7.  | LA SEGMENTACIÓN DE DATOS EN LAS TABLAS DINÁMICAS.....                          | 125   |
| 2.8.  | TABLA DINÁMICA A PARTIR DE DOS ORÍGENES DE DATOS O TABLAS<br>RELACIONADAS..... | 128   |
| 2.9.  | LA HERRAMIENTA BUSCAR OBJETIVOS EN LOS CÁLCULOS AZUCAREROS..                   | 140   |
| 2.10. | ADMINISTRACIÓN DE ESCENARIOS EN LOS CÁLCULOS AZUCAREROS.....                   | 145   |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 2.11. | COMPLEMENTO SOLVER EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS AZUCAREROS  | 156 |
| 3.    | GRÁFICOS DE EXCEL Y SU UTILIDAD EN LA INDUSTRIA AZUCARERA .....  | 169 |
| 3.1.  | GRÁFICOS DE DISPERSIÓN.....  | 169 |
| 3.2.  | GRÁFICOS DE DISPERSIÓN COMBINADOS CON EJES DE DIFERENTE ESCALA<br>173  |     |
| 3.3.  | OTROS GRÁFICOS COMBINADOS .....  | 176 |
| 3.4.  | GRÁFICOS DE VELOCÍMETROS.....  | 193 |
| 4.    | AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS Y PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC DE EXCEL   | 215 |
| 4.1.  | AUTOMATIZANDO TAREAS CON MACROS .....  | 215 |
| 4.2.  | FUNCIONES PERSONALIZADAS.....  | 221 |
| 4.3.  | PROGRAMANDO EN VISUAL BASIC PARA EXCEL .....   | 226 |
| 4.4.  | LOS FORMULARIOS. PROGRAMANDO CON FACILIDAD .....   | 246 |
| 4.5.  | DESARROLLO DE MODELOS POLINOMIALES PARA EL CÁLCULO DE DENSIDAD<br>DE MATERIALES AZUCAREROS EN FUNCIÓN DEL °BRIX Y TEMPERATURA Y SU<br>APLICACIÓN A SISTEMAS INFORMÁTICOS ..... | 280 |
| 4.6.  | MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 284 |
| 4.7.  | DESARROLLO DEL POLINOMIO PARA DIFERENTES VALORES DE BRUX Y<br>TEMPERATURAS CORRESPONDIENTES .....  | 285 |
| 4.8.  | RESULTADOS.....  | 290 |
| 4.9.  | DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....   | 291 |
| 5.    | BIBLIOGRAFÍA .....   | 293 |
|       | ANEXOS .....   | 295 |

### 3 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Ilustración 1: iniciando Microsoft Excel desde el botón Inicio .....</i>  | <i>28</i> |
| <i>Ilustración 2: indicando la celda A1.....</i>   | <i>28</i> |
| <i>Ilustración 3: Barra de herramientas de la opción Insertar de la barra de menú.....</i>                             | <i>29</i> |
| <i>Ilustración 4: indicando la celda B2.....</i>   | <i>29</i> |
| <i>Ilustración 5: ejercicio de Calificación de caña .....</i>  | <i>30</i> |
| <i>Ilustración 6: formateando texto de la celda B1 .....</i>   | <i>30</i> |
| <i>Ilustración 7: seleccionando bloque de celdas E10:E14.....</i>  | <i>31</i> |
| <i>Ilustración 8: colocando semáforos en bloque de celdas E10:E14.....</i>   | <i>31</i> |
| <i>Ilustración 9: Clic en opción Formato condicional y Administrar reglas .....</i>                                    | <i>32</i> |
| <i>Ilustración 10: Ventana Administrador de reglas de formato condicionales.....</i>                                   | <i>32</i> |
| <i>Ilustración 11: ventana Editar regla de formato .....</i>   | <i>33</i> |
| <i>Ilustración 12: ventana Editar regla de formato con nuevos valores .....</i>  | <i>33</i> |
| <i>Ilustración 13: cuadro con semáforos en columna Pol%Caña .....</i>  | <i>34</i> |
| <i>Ilustración 14: sintaxis de la Función Si .....</i>   | <i>34</i> |
| <i>Ilustración 15: escribiendo la función Si en la celda A3 .....</i>  | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 16: resultado de la función Si en la celda A3 .....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 17: escribiendo la función Si en la celda F10.....</i>  | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 18: cuadro con resultado de función Si en bloque de celdas F10:F14.....</i>                             | <i>35</i> |
| <i>Ilustración 19: seleccionando bloque de celdas F10:F14, Formato condicional y Nueva regla .....</i>                 | <i>36</i> |
| <i>Ilustración 20: la ventana Nueva regla de formato y escribiendo condición.....</i>                                  | <i>36</i> |
| <i>Ilustración 21: programando color de fuente para condición verdadera .....</i>                                      | <i>37</i> |
| <i>Ilustración 22: programando color de relleno para condición verdadera .....</i>                                     | <i>37</i> |
| <i>Ilustración 23: programando color de relleno para calidad mayor a 14 .....</i>                                      | <i>38</i> |
| <i>Ilustración 24: programando color de relleno para Pol%Caña entre valores de 10 - 14 .....</i>                       | <i>38</i> |
| <i>Ilustración 25: programando color de relleno y fuente para Pol%Caña entre valores de 10 - 14 ..</i>                 | <i>39</i> |
| <i>Ilustración 26: programando color de relleno y fuente para Pol%Caña entre valores de 10 - 14 .</i>                  | <i>39</i> |
| <i>Ilustración 27: resultado de programación de tres condiciones para calidad de caña en función del Pol%Caña.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Ilustración 28: escribiendo ecuación en celda G10.....</i>  | <i>40</i> |
| <i>Ilustración 29: cuadro resultante con ecuación en rango de celdas G10:G13.....</i>                                  | <i>41</i> |
| <i>Ilustración 30: escribiendo función lógica Si en la celda H10 .....</i>   | <i>41</i> |
| <i>Ilustración 31: cuadro resultante con función lógica en rango de celdas H10:H13.....</i>                            | <i>41</i> |
| <i>Ilustración 32: escribiendo ecuación para sumar celdas G10 y H10 en la celda I10.....</i>                           | <i>42</i> |
| <i>Ilustración 33: cuadro resultante con ecuación de suma de celdas en el rango de celdas I10:I13.</i>                 | <i>42</i> |
| <i>Ilustración 34: aplicando función matemática SUMA en la celda C14 .....</i>   | <i>42</i> |
| <i>Ilustración 35: resultado de la función SUMA en la celda C14 .....</i>  | <i>43</i> |
| <i>Ilustración 36: ecuación del Promedio Aritmético.....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Ilustración 37: ecuación del Promedio Ponderado .....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Ilustración 38: mezcla de Materiales.....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Ilustración 39: ecuación y cálculo del Brix .....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Ilustración 40: cálculo de Promedio Ponderado del Brix .....</i>  | <i>44</i> |
| <i>Ilustración 41: calculando promedio ponderado en la celda E14.....</i>  | <i>45</i> |
| <i>Ilustración 42: resultado de promedio ponderado en la celda E14 .....</i>   | <i>45</i> |
| <i>Ilustración 43: resultado final.....</i>  | <i>45</i> |
| <i>Ilustración 44: balance de Pol%Caña.....</i>  | <i>50</i> |
| <i>Ilustración 45: balance de Pol%Caña.....</i>  | <i>51</i> |
| <i>Ilustración 46: balance de POL% Pol Jugo Mixto .....</i>  | <i>51</i> |

|  |    |
|--|----|
| <i>Ilustración 47: granulado Normal Equivalente (GNE)</i> .....  | 52 |
| <i>Ilustración 48: Cálculos para Ingenios Azucareros</i> .....   | 53 |
| <i>Ilustración 49: materiales azucareros en contenedores de fábrica</i> .....  | 56 |
| <i>Ilustración 50: materiales azucareros corregidos sus volúmenes a 20°C</i> .....   | 57 |
| <i>Ilustración 51: pesos Brix y Pesos Pol de Materiales Azucareros en Stock</i> .....  | 57 |
| <i>Ilustración 52: distribución de toneladas Pol por periodo a ejecutarse</i> .....  | 59 |
| <i>Ilustración 53: balance de Pesos Pol del Periodo</i> .....  | 59 |
| <i>Ilustración 54: réplica y balance de Pol%Caña</i> .....   | 60 |
| <i>Ilustración 55: réplica y alance de Pol%PolCaña</i> .....   | 61 |
| <i>Ilustración 56: balance Pol típico de un ingenio</i> .....  | 63 |
| <i>Ilustración 57: barra de herramientas para formato de texto, fondos de celda, etc.</i> .....  | 64 |
| <i>Ilustración 58: Diseño de matriz de datos de laboratorio y fábrica</i> .....  | 65 |
| <i>Ilustración 59: digitación y formatos de texto, relleno de celdas, color de fuente</i> .....  | 65 |
| <i>Ilustración 60: generando ecuación con el uso de teclas de dirección.</i> .....   | 66 |
| <i>Ilustración 61: en celda B28 para calcular peso de insoluble jugo mixto.</i> .....  | 66 |
| <i>Ilustración 62: resultado del cálculo peso jugo mixto neto.</i> .....   | 67 |
| <i>Ilustración 63: muestra el cuadro Excel con los resultados de la aplicación de las ecuaciones.</i> .....  | 67 |
| <i>Ilustración 64: resultado de aplicar ecuaciones para cálculo de peso de Pol caña</i> .....  | 68 |
| <i>Ilustración 65: aplicación de ecuaciones en las celdas respectivas de Excel para estas últimas operaciones.</i> .....                             | 68 |
| <i>Ilustración 66: cuadro con cálculo de fibra%caña</i> .....  | 69 |
| <i>Ilustración 67: detalle de ecuaciones a aplicar</i> .....   | 69 |
| <i>Ilustración 68: Excel con cálculo de Extracción Jugo Absoluto% caña</i> .....   | 70 |
| <i>Ilustración 69: detalle de ecuaciones a Aplicar</i> .....   | 70 |
| <i>Ilustración 70: calculando Fibra% caña, Bagazo% caña y otros</i> .....  | 71 |
| <i>Ilustración 71: primeros cálculos del balance de Pol</i> .....  | 72 |
| <i>Ilustración 72: insertando nueva hoja, cambiando nombre de hoja e ingresando tabla de factores de corrección de volumen por temperatura</i> ..... | 73 |
| <i>Ilustración 73: sintaxis de la Función BUSCARV</i> .....  | 73 |
| <i>Ilustración 74: sintaxis de la Función COINCIDIR</i> .....  | 74 |
| <i>Ilustración 75: sintaxis de la combinación de funciones BUSCARV y COINCIDIR</i> .....   | 74 |
| <i>Ilustración 76: utilizando las funciones BUSCARV y COINCIDIR para búsqueda de un valor en una tabla</i> .....                                     | 75 |
| <i>Ilustración 77: sintaxis de la Función PRONOSTICO</i> .....   | 76 |
| <i>Ilustración 78: interpolando valores con la función PRONOSTICO</i> .....  | 76 |
| <i>Ilustración 79: interpolaciones</i> .....   | 77 |
| <i>Ilustración 80: ecuaciones aplicadas en la hoja "Tablas" de Excel para la solución del problema propuesto</i> .....                               | 80 |
| <i>Ilustración 81: interpolando valores encontrar factor de corrección de volumen para temperatura de 58°C y Brix de 73</i> .....                    | 80 |
| <i>Ilustración 82: opción Archivo de la Barra de Menú</i> .....  | 81 |
| <i>Ilustración 83: opciones para activar complementos</i> .....  | 81 |
| <i>Ilustración 84: administración de complementos</i> .....  | 82 |
| <i>Ilustración 85: habilitando el complemento Solver</i> .....   | 82 |
| <i>Ilustración 86: habilitando el complemento Interpolación</i> .....  | 83 |
| <i>Ilustración 87: sintaxis de la función INTERPO2</i> .....   | 83 |
| <i>Ilustración 88: funciones de Interpolación</i> .....  | 84 |
| <i>Ilustración 89: calculando Factor de corrección de volumen utilizando la función INTERPO2(val_fila;val_colum;matriz)</i> .....                    | 84 |
| <i>Ilustración 90: Densidad Aparente a 20°C, soluciones azucaradas</i> .....   | 85 |
| <i>Ilustración 91: sintaxis de la función INTERPO</i> .....  | 86 |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 92: ecuaciones de factor de corrección para volumen.....</i>   | <i>86</i>  |
| <i>Ilustración 93: ecuaciones para volumen corregido .....</i>  | <i>87</i>  |
| <i>Ilustración 94: cálculos de materiales en stock para balance de Pol.....</i>                                       | <i>88</i>  |
| <i>Ilustración 95: ecuación de Peso de Pol en Stock y SJM .....</i>   | <i>88</i>  |
| <i>Ilustración 96: ecuaciones varias.....</i>   | <i>88</i>  |
| <i>Ilustración 97: cálculos de purezas para determinar SJM y peso Pol stock .....</i>                                 | <i>89</i>  |
| <i>Ilustración 98: ecuación de Peso de Pol Indeterminado .....</i>  | <i>90</i>  |
| <i>Ilustración 99: peso Pol de materiales que intervienen en balance de Pol.....</i>                                  | <i>90</i>  |
| <i>Ilustración 100: ecuaciones balance Pol%Caña .....</i>   | <i>91</i>  |
| <i>Ilustración 101: balance de Pol en función de% caña,% Pol caña y% Pol jugo mixto.....</i>                          | <i>91</i>  |
| <i>Ilustración 102: eficiencia de casa de calderas Winter y Carp.....</i>   | <i>92</i>  |
| <i>Ilustración 103: Eficiencia de Casa de Calderas SJM .....</i>  | <i>92</i>  |
| <i>Ilustración 104: ecuaciones para Caldera de Winter y Carp y SJM.....</i>   | <i>92</i>  |
| <i>Ilustración 105: balance de Pol incluyendo eficiencia casa de calderas .....</i>                                   | <i>93</i>  |
| <i>Ilustración 106: distribución de purezas, ejercicio 1 .....</i>  | <i>95</i>  |
| <i>Ilustración 107: resultado de la distribución, ejercicio 1 .....</i>   | <i>96</i>  |
| <i>Ilustración 108: distribución de purezas, ejercicio 2.....</i>   | <i>96</i>  |
| <i>Ilustración 109: resultado de la distribución, ejercicio 2 .....</i>   | <i>97</i>  |
| <i>Ilustración 110: balance de Pol, incluyendo eficiencia casa de calderas .....</i>                                  | <i>99</i>  |
| <i>Ilustración 111: solución a problemas de mezclas método diagrama de Cobenze .....</i>                              | <i>99</i>  |
| <i>Ilustración 112: fórmulas a aplicar para el ejemplo 1 .....</i>  | <i>100</i> |
| <i>Ilustración 113: aplicación de fórmulas, ejercicio 1.....</i>  | <i>100</i> |
| <i>Ilustración 114: solución a ejemplo 2, método diagrama de Cobenze .....</i>  | <i>101</i> |
| <i>Ilustración 115: cuadro típico de estadísticas de campo de ingenio azucarero.....</i>                              | <i>102</i> |
| <i>Ilustración 116: una parte del cuadro de la ilustración 115 digitado en Excel .....</i>                            | <i>103</i> |
| <i>Ilustración 117: sintaxis de la función CONTAR.SI .....</i>  | <i>103</i> |
| <i>Ilustración 118: ingresando la función CONTAR.SI en celda AC45.....</i>  | <i>104</i> |
| <i>Ilustración 119: ingresando la función CONTAR.SI en celda AC46.....</i>  | <i>104</i> |
| <i>Ilustración 120: ingresando la función CONTAR.SI.CONJUNTO en celda AD45 .....</i>                                  | <i>105</i> |
| <i>Ilustración 121: resultados de la función CONTAR.SI.CONJUNTO en celda AD46 y AD47 .....</i>                        | <i>105</i> |
| <i>Ilustración 122: la función CONTAR.SI.CONJUNTO para brote y corte mecaniz. ....</i>                                | <i>105</i> |
| <i>Ilustración 123: sumando las hectáreas cosechadas para caña planta utilizando la función SUMAR.SI.....</i>         | <i>106</i> |
| <i>Ilustración 124: sumando las hectáreas cosechadas para caña Soca y Rezaga. utilizando la función SUMAR.SI.....</i> | <i>106</i> |
| <i>Ilustración 125: formulas a ser aplicadas.....</i>   | <i>108</i> |
| <i>Ilustración 126: resumen de caña ingresada usando varias funciones Excel .....</i>                                 | <i>108</i> |
| <i>Ilustración 127: diseño por el usuario de Cuadro Resumen en blanco .....</i>                                       | <i>109</i> |
| <i>Ilustración 128: sumando hectáreas cortadas para el 10 de julio 2016.....</i>                                      | <i>110</i> |
| <i>Ilustración 129: resumen de caña ingresada para el 10 de julio 2016 .....</i>                                      | <i>110</i> |
| <i>Ilustración 130: Filas y columnas constituyentes de una tabla .....</i>  | <i>111</i> |
| <i>Ilustración 131: Resumen de caña cosechada por brote total periodo .....</i>                                       | <i>111</i> |
| <i>Ilustración 132: Resumen caña cosecha por origen y tipo de corte total periodo.....</i>                            | <i>112</i> |
| <i>Ilustración 133: Resumen caña cosecha por propietario y brote total periodo.....</i>                               | <i>112</i> |
| <i>Ilustración 134: Resumen caña cosecha por variedad total periodo.....</i>  | <i>112</i> |
| <i>Ilustración 135: Resumen de caña cosecha por día total periodo .....</i>   | <i>112</i> |
| <i>Ilustración 136: Resumen de caña cosecha por código total perdido .....</i>  | <i>113</i> |
| <i>Ilustración 137: insertar nueva hoja.....</i>  | <i>114</i> |
| <i>Ilustración 138: cambiando de nombre a hoja nueva .....</i>  | <i>114</i> |
| <i>Ilustración 139: nueva hoja insertada con el nombre Tablas Dinámicas .....</i>                                     | <i>114</i> |
| <i>Ilustración 140: creando una Tabla Dinámica .....</i>  | <i>115</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 141: creando una Tabla Dinámica .....</i>  | <i>115</i> |
| <i>Ilustración 142: creando una Tabla Dinámica .....</i>  | <i>116</i> |
| <i>Ilustración 143: generando filas del ilustración 131 con el campo Brote .....</i>  | <i>116</i> |
| <i>Ilustración 144: cálculo de hectáreas y toneladas cosechadas utilizando tablas dinámicas.....</i>  | <i>117</i> |
| <i>Ilustración 145: insertando un campo calculado.....</i>  | <i>117</i> |
| <i>Ilustración 146: insertando un campo calculado y creando fórmula.....</i>  | <i>118</i> |
| <i>Ilustración 147: tabla dinámica con campo calculado POL % caña.....</i>  | <i>118</i> |
| <i>Ilustración 148: insertando campo REND_REAL en libras azúcar por ton. Caña .....</i>   | <i>119</i> |
| <i>Ilustración 149: tabla dinámica con campo calculado REND_REAL en libras azúcar por ton. caña .....</i>   | <i>119</i> |
| <i>Ilustración 150: tabla dinámica con totalidad de cálculos para ilustración 131 .....</i>   | <i>119</i> |
| <i>Ilustración 151: tabla dinámica aplicado a ilustración 131.....</i>  | <i>120</i> |
| <i>Ilustración 152: uso de FILTROS en Tabla dinámica aplicado a ilustración 131 .....</i>   | <i>120</i> |
| <i>Ilustración 153: consulta en tabla dinámica para la variedad CeniCaña utilizando filtros.....</i>  | <i>121</i> |
| <i>Ilustración 154: consulta en tabla dinámica para la variedad CeniCaña con origen de caña de cañicultor utilizando filtros.....</i>                         | <i>121</i> |
| <i>Ilustración 155: actualizando la tabla dinámica para cambios de datos de tabla origen .....</i>  | <i>122</i> |
| <i>Ilustración 156: resumen del diseño de ilustración 132 como tabla dinámica .....</i>   | <i>122</i> |
| <i>Ilustración 157: resumen del diseño de ilustración 133 como tabla dinámica .....</i>   | <i>123</i> |
| <i>Ilustración 158: resumen del diseño de ilustración 134 como tabla dinámica .....</i>   | <i>123</i> |
| <i>Ilustración 159: resumen del diseño de ilustración 135 como tabla dinámica .....</i>   | <i>124</i> |
| <i>Ilustración 160: resumen del diseño del ilustración 136 como tabla dinámica .....</i>  | <i>124</i> |
| <i>Ilustración 161: insertando segmentación de datos.....</i>   | <i>125</i> |
| <i>Ilustración 162: la ventana Insertar segmentación de datos .....</i>   | <i>126</i> |
| <i>Ilustración 163: segmentado fecha cosecha, variedad, origen, tipo corte .....</i>  | <i>126</i> |
| <i>Ilustración 164: tabla dinámica de la ilustración 136 con segmentación de datos.....</i>   | <i>127</i> |
| <i>Ilustración 165: tabla dinámica resultante con segmentación de datos.....</i>  | <i>127</i> |
| <i>Ilustración 166: cuadros 18 y 19 como origen de datos para obtener tablas dinámicas resultantes de su unión .....</i>                                      | <i>128</i> |
| <i>Ilustración 167: tabla dinámica a partir de tablas relacionadas, incluye campos calculados .....</i>   | <i>128</i> |
| <i>Ilustración 168: opción Campo Calculado inhabilitado para tablas dinámicas a partir de tablas relacionadas .....</i>                                       | <i>129</i> |
| <i>Ilustración 169: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel.....</i>   | <i>129</i> |
| <i>Ilustración 170: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel.....</i>   | <i>130</i> |
| <i>Ilustración 171: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel.....</i>   | <i>130</i> |
| <i>Ilustración 172: el complemento POWERPIVOT en la barra de menú.....</i>  | <i>131</i> |
| <i>Ilustración 173: creando cuadro de nombres para rangos A186:E195 y G186:I191 etiquetados con Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística, respectivamente.....</i> | <i>131</i> |
| <i>Ilustración 174: creando las tablas para Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística .....</i>   | <i>132</i> |
| <i>Ilustración 175: presentación de Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística creadas.....</i>  | <i>132</i> |
| <i>Ilustración 176: creando tabla dinámica con tablas relacionadas .....</i>  | <i>133</i> |
| <i>Ilustración 177: creando tabla dinámica con tablas relacionadas .....</i>  | <i>134</i> |
| <i>Ilustración 178: creando relaciones para tabla dinámica .....</i>  | <i>134</i> |
| <i>Ilustración 179: mostrando relación creada y cerrando la ventana Administrar relaciones.....</i>   | <i>135</i> |
| <i>Ilustración 180: mostrando tablas activas Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística .....</i>  | <i>135</i> |
| <i>Ilustración 181: Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística en modo Activo.....</i>   | <i>136</i> |
| <i>Ilustración 182: Tabla Dinámica resultante de la relación entre Tabla_Laboratorio y Tabla_Logística.....</i>   | <i>136</i> |
| <i>Ilustración 183: creando campos calculados en la tabla dinámica con la herramienta POWERPIVOT.....</i>   | <i>137</i> |
| <i>Ilustración 184: creando el campo calculado Pol%Caña .....</i>   | <i>138</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 185: tabla dinámica con campo calculado Pol%Caña .....</i>   | <i>139</i> |
| <i>Ilustración 186: creando el campo calculado Costo_Total_Transporte.....</i>  | <i>139</i> |
| <i>Ilustración 187: tabla dinámica con campo calculado Costo_Total_Transporte.....</i>  | <i>140</i> |
| <i>Ilustración 188: tabla dinámica para costo total de transporte de caña concluida .....</i>   | <i>140</i> |
| <i>Ilustración 189: cuadro Excel para ejercicio Buscar objetivos .....</i>  | <i>141</i> |
| <i>Ilustración 190: habilitando herramienta Buscar Objetivos de Excel .....</i>   | <i>141</i> |
| <i>Ilustración 191: la ventana Buscar Objetivos .....</i>   | <i>142</i> |
| <i>Ilustración 192: la ventana Buscar Objetivos con valores en sus parámetros.....</i>  | <i>142</i> |
| <i>Ilustración 193: solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo.....</i>  | <i>143</i> |
| <i>Ilustración 194: réplica de parte de cuadro de ilustración 115.....</i>  | <i>144</i> |
| <i>Ilustración 195: réplica de cuadro de ilustración 129.....</i>   | <i>144</i> |
| <i>Ilustración 196: buscando solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo ...</i>  | <i>145</i> |
| <i>Ilustración 197: solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo.....</i>  | <i>145</i> |
| <i>Ilustración 198: réplica de la ilustración utilizada para buscar objetivos.....</i>  | <i>146</i> |
| <i>Ilustración 199: activando la administración de escenarios.....</i>  | <i>146</i> |
| <i>Ilustración 200: la ventana de Administrador de escenarios.....</i>  | <i>147</i> |
| <i>Ilustración 201: la ventana Agregar escenario.....</i>   | <i>147</i> |
| <i>Ilustración 202: escribiendo Nombre del escenario y celdas cambiantes.....</i>   | <i>148</i> |
| <i>Ilustración 203: cambiando valores del escenario.....</i>  | <i>148</i> |
| <i>Ilustración 204: cambiando valores para el primer escenario.....</i>   | <i>148</i> |
| <i>Ilustración 205: nombrando el segundo escenario y referenciando celdas cambiantes .....</i>  | <i>149</i> |
| <i>Ilustración 206: cambiando valores para el primer escenario.....</i>   | <i>149</i> |
| <i>Ilustración 207: administrador de escenarios con escenarios creados.....</i>   | <i>149</i> |
| <i>Ilustración 208: resultados para corrida de escenario de Lote Dos.....</i>   | <i>150</i> |
| <i>Ilustración 209: ventana Resumen del escenario .....</i>   | <i>150</i> |
| <i>Ilustración 210: resumen de resultados de los cuatro escenarios creados.....</i>   | <i>151</i> |
| <i>Ilustración 211: réplica de parte de cuadro de ilustración 115.....</i>  | <i>151</i> |
| <i>Ilustración 212: réplica de cuadro de ilustración 116.....</i>   | <i>152</i> |
| <i>Ilustración 213: cambiando nombre de celda G54 a Peso_Min1 .....</i>   | <i>152</i> |
| <i>Ilustración 214: agregando escenarios.....</i>   | <i>153</i> |
| <i>Ilustración 215: nombrando escenario Produccion_Minima .....</i>   | <i>154</i> |
| <i>Ilustración 216: pesos para rendimientos más bajos de azúcar .....</i>   | <i>154</i> |
| <i>Ilustración 217: agregando el escenario Producción Máxima.....</i>   | <i>155</i> |
| <i>Ilustración 218: total rendimiento real de azúcar cuando muele el doble de peso de caña con tres mejores rendimiento de azúcar .....</i> | <i>155</i> |
| <i>Ilustración 219: habilitando el complemento Solver .....</i>   | <i>157</i> |
| <i>Ilustración 220: habilitando el complemento Solver .....</i>   | <i>157</i> |
| <i>Ilustración 221: complemento Solver habilitado en la Opción Datos de la barra de menú.....</i>   | <i>157</i> |
| <i>Ilustración 222: planteamiento de ecuaciones de mezclas en celdas de Excel, previo a solución con complemento Solver .....</i>           | <i>158</i> |
| <i>Ilustración 223: escribiendo los parámetros en Solver para solución de ecuaciones .....</i>  | <i>159</i> |
| <i>Ilustración 224: ingresando las restricciones para solución de ecuaciones.....</i>   | <i>159</i> |
| <i>Ilustración 225: restricciones ingresadas y resolviendo ecuaciones .....</i>   | <i>160</i> |
| <i>Ilustración 226: solución a mezclas, mediante ecuaciones utilizando Solver .....</i>   | <i>160</i> |
| <i>Ilustración 227: materiales azucareros diarios que produce Ingenio Sugar Corp. S. A.....</i>   | <i>161</i> |
| <i>Ilustración 228: planteamiento de fórmulas en Hoja Excel, para resolver problema azucarero con Solver .....</i>                          | <i>162</i> |
| <i>Ilustración 229: parametrizando Solver para resolver problema azucarero .....</i>  | <i>163</i> |
| <i>Ilustración 230: solución Solver para problema azucarero.....</i>  | <i>163</i> |
| <i>Ilustración 231: matriz de costos de transporte por tonelada.....</i>  | <i>164</i> |
| <i>Ilustración 232: cálculos para requerimientos de Ingenio.....</i>  | <i>165</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 233: plantilla propuesta para problema antes de Solución Solver .....</i>                                    | <i>165</i> |
| <i>Ilustración 234: parametrizando Solver para solución de problema azucarero .....</i>                                     | <i>166</i> |
| <i>Ilustración 235: mensaje de resultados solución del problema por Solver .....</i>  | <i>166</i> |
| <i>Ilustración 236: solución para minimizar costos de transporte con el uso de Solver.....</i>                              | <i>167</i> |
| <i>Ilustración 237: tabla de datos de comportamiento reológico de material azucarero .....</i>                              | <i>169</i> |
| <i>Ilustración 238: gráfico de dispersión temperatura vs densidad de material azucarero.....</i>                            | <i>170</i> |
| <i>Ilustración 239: agregando título de ejes .....</i>  | <i>170</i> |
| <i>Ilustración 240: títulos de ejes cambiados.....</i>  | <i>171</i> |
| <i>Ilustración 241: agregando formato de línea de tendencia .....</i>   | <i>171</i> |
| <i>Ilustración 242: curva polinomial incluyendo ecuación y R al cuadrado .....</i>  | <i>172</i> |
| <i>Ilustración 243: cambiando color de fondo de gráfico .....</i>   | <i>173</i> |
| <i>Ilustración 244: gráfico terminado de Temperatura vs Densidad de materia azucarero.....</i>                              | <i>173</i> |
| <i>Ilustración 245: incluyendo curva de viscosidad con diferente escala en el eje Y.....</i>                                | <i>174</i> |
| <i>Ilustración 246: incluyendo curva de viscosidad con diferente escala en el eje Y.....</i>                                | <i>174</i> |
| <i>Ilustración 247: incluyendo nuevo eje Y cambiando escalas .....</i>  | <i>175</i> |
| <i>Ilustración 248: dos gráficos de curva con dos ejes Y de diferente escala.....</i>                                       | <i>175</i> |
| <i>Ilustración 249: gráficas terminadas Temperatura vs Densidad y Temperatura vs Viscosidad ...</i>                         | <i>176</i> |
| <i>Ilustración 250: gráfico combinado para indicador caña molida por semana para Ingenio Sugar Corp. S. A. ....</i>         | <i>176</i> |
| <i>Ilustración 251: tabla resumen mensual de principales indicadores Ingenio Sugar Corp. S. A.....</i>                      | <i>177</i> |
| <i>Ilustración 252: opción DESARROLADOR, habilitada en la barra de menú de Excel.....</i>                                   | <i>177</i> |
| <i>Ilustración 253: sintaxis de la Función INDIRECTO .....</i>  | <i>177</i> |
| <i>Ilustración 254: resultado de aplicación de función INDIRECTO para ejemplo 1.....</i>                                    | <i>178</i> |
| <i>Ilustración 255: resultado de aplicación de función INDIRECTO para ejemplo 2.....</i>                                    | <i>178</i> |
| <i>Ilustración 256: sintaxis de la Función CHARACTER .....</i>  | <i>179</i> |
| <i>Ilustración 257: sintaxis de la Función CODIGO.....</i>  | <i>179</i> |
| <i>Ilustración 258: rellenando celdas C72:D75 con textos y formatos y creando cuadros de textos</i>                         | <i>180</i> |
| <i>Ilustración 259: creando dos cuadros combinados con la herramienta DESARROLADOR.....</i>                                 | <i>180</i> |
| <i>Ilustración 260: programando Control Combinado para Semana.....</i>  | <i>181</i> |
| <i>Ilustración 261: programando Control Combinado para Material.....</i>  | <i>181</i> |
| <i>Ilustración 262: diseño de controles combinados para Semana y Material .....</i>   | <i>182</i> |
| <i>Ilustración 263: escribiendo fórmulas auxiliares en celdas K20 y L20 .....</i>   | <i>182</i> |
| <i>Ilustración 264: aplicando formato condicional a celda K2.....</i>   | <i>183</i> |
| <i>Ilustración 265: estadísticas incluye Pol%Caña para primeras siete semanas con base en tabla resumen mes a mes. ....</i> | <i>183</i> |
| <i>Ilustración 266: cuadro estadístico para quince semanas y Pol%Caña .....</i>   | <i>184</i> |
| <i>Ilustración 267: cuadro estadístico para quince semanas y Toneladas caña Molida .....</i>                                | <i>184</i> |
| <i>Ilustración 268: creando gráfico combinado de columnas y líneas .....</i>  | <i>185</i> |
| <i>Ilustración 269: cambiando tipo de gráfico combinado .....</i>   | <i>185</i> |
| <i>Ilustración 270: cambiando tipo de gráfico combinado .....</i>   | <i>186</i> |
| <i>Ilustración 271: cambiando tipo de gráfico combinado .....</i>   | <i>186</i> |
| <i>Ilustración 272: vinculando título de gráfico con nombre de material.....</i>  | <i>187</i> |
| <i>Ilustración 273: resultado de Vincular título de gráfico con nombre de material .....</i>                                | <i>187</i> |
| <i>Ilustración 274: formateando Eje Vertical.....</i>   | <i>188</i> |
| <i>Ilustración 275: gráfico combinado con eje horizontal y vertical formateados.....</i>                                    | <i>188</i> |
| <i>Ilustración 276: cambiando nombre a las series 1, 2 y 3.....</i>   | <i>189</i> |
| <i>Ilustración 277: cambiando nombre a las series 1, 2 y 3.....</i>   | <i>189</i> |
| <i>Ilustración 278: cambiando ancho y color de línea Objetivo.....</i>  | <i>189</i> |
| <i>Ilustración 279: cambiando ancho y color de línea Objetivo.....</i>  | <i>190</i> |
| <i>Ilustración 280: nuevo ancho y color de línea Objetivo y Línea Base .....</i>  | <i>190</i> |
| <i>Ilustración 281: cambiando de color o relleno de columnas o barras del gráfico .....</i>                                 | <i>191</i> |



|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 282: rellenando columnas con Imagen del usuario .....</i>  | <i>191</i> |
| <i>Ilustración 283: gráfico con relleno de imagen en las columnas o barras.....</i>                             | <i>191</i> |
| <i>Ilustración 284: agregando etiqueta de datos en las columnas o barras.....</i>                               | <i>192</i> |
| <i>Ilustración 285: gráfico con etiqueta de datos formateado en cada columna.....</i>                           | <i>192</i> |
| <i>Ilustración 286: gráfico para resumen mensual de principales indicadores Ingenio Sugar Corp. S. A. ....</i>  | <i>193</i> |
| <i>Ilustración 287: ejemplo de velocímetro con herramientas de Excel.....</i>                                   | <i>193</i> |
| <i>Ilustración 288: diseño de cuadro de datos para gráfico de anillo.....</i>                                   | <i>194</i> |
| <i>Ilustración 289: diseño de cuadro de datos para gráfico de dispersión .....</i>                              | <i>195</i> |
| <i>Ilustración 290: diseñando gráfico de anillo.....</i>  | <i>195</i> |
| <i>Ilustración 291: formateando la serie de datos.....</i>  | <i>196</i> |
| <i>Ilustración 292: girando los sectores mediante Ángulo del primer sector.....</i>                             | <i>196</i> |
| <i>Ilustración 293: rellenando los cuatro sectores del gráfico de anillo.....</i>                               | <i>196</i> |
| <i>Ilustración 294: gráfico de anillo con los tres sectores del velocímetro .....</i>                           | <i>197</i> |
| <i>Ilustración 295: iniciando diseño de aguja del velocímetro.....</i>  | <i>197</i> |
| <i>Ilustración 296: agregando nueva serie de datos para graficar aguja de velocímetro .....</i>                 | <i>198</i> |
| <i>Ilustración 297: ingresando serie para graficar aguja de velocímetro .....</i>                               | <i>198</i> |
| <i>Ilustración 298: cambiando tipo de gráfico anillo a dispersión con líneas suavizadas.....</i>                | <i>199</i> |
| <i>Ilustración 299: ventana Cambiar tipo de gráfico .....</i>   | <i>199</i> |
| <i>Ilustración 300: cambiando serie Aguja a gráfico Dispersión con líneas suavizadas .....</i>                  | <i>200</i> |
| <i>Ilustración 301: gráfico combinado Anillo y Dispersión con líneas suavizadas .....</i>                       | <i>200</i> |
| <i>Ilustración 302: volviendo al gráfico de anillo a la posición horizontal .....</i>                           | <i>201</i> |
| <i>Ilustración 303: cambiando la serie de datos del gráfico de dispersión o aguja .....</i>                     | <i>201</i> |
| <i>Ilustración 304: nueva serie de datos del gráfico de dispersión o aguja .....</i>                            | <i>202</i> |
| <i>Ilustración 305: centrando la aguja en el eje vertical.....</i>  | <i>202</i> |
| <i>Ilustración 306: centrando la aguja en el eje vertical y eje horizontal .....</i>                            | <i>203</i> |
| <i>Ilustración 307: colocando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo .....</i>                      | <i>203</i> |
| <i>Ilustración 308: colocando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo .....</i>                      | <i>204</i> |
| <i>Ilustración 309: mostrando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo .....</i>                      | <i>204</i> |
| <i>Ilustración 310: colocando flechas en el puntero del velocímetro.....</i>                                    | <i>204</i> |
| <i>Ilustración 311: diseñando forma Rectángulo para mostrar toneladas.....</i>                                  | <i>205</i> |
| <i>Ilustración 312: cuadro de texto con el valor de las toneladas .....</i>                                     | <i>206</i> |
| <i>Ilustración 313: diseños finales de velocímetro con Formato de área del gráfico.....</i>                     | <i>206</i> |
| <i>Ilustración 314: diseño concluido del velocímetro.....</i>   | <i>207</i> |
| <i>Ilustración 315: buscando la aplicación Gauge en la tienda office.....</i>                                   | <i>207</i> |
| <i>Ilustración 316: agregando el complemento Gauge al entorno Excel.....</i>                                    | <i>208</i> |
| <i>Ilustración 317: abriendo la hoja de Excel que incluye complemento Gauge.....</i>                            | <i>208</i> |
| <i>Ilustración 318: complemento Gauge instalado en el entorno de Excel.....</i>                                 | <i>209</i> |
| <i>Ilustración 319: insertando velocímetro o Gauge, en el ejercicio Excel de toneladas de caña molida .....</i> | <i>210</i> |
| <i>Ilustración 320: insertando velocímetro o Gauge, en el ejercicio Excel de toneladas de caña molida .....</i> | <i>210</i> |
| <i>Ilustración 321: insertando velocímetro o Gauge y configurando.....</i>                                      | <i>211</i> |
| <i>Ilustración 322: configurando Gauge o velocímetro .....</i>  | <i>211</i> |
| <i>Ilustración 323: configurando Gauge o velocímetro .....</i>  | <i>212</i> |
| <i>Ilustración 324: velocímetro terminado, diseñado con complemento Gauge .....</i>                             | <i>212</i> |
| <i>Ilustración 325: Cuarto de control de indicadores.....</i>   | <i>213</i> |
| <i>Ilustración 326: cuarto de control de indicadores .....</i>  | <i>213</i> |
| <i>Ilustración 327: mostrando la herramienta Macros en la barra de menú de Excel.....</i>                       | <i>215</i> |
| <i>Ilustración 328: formulario a generar mediante Macros .....</i>  | <i>216</i> |
| <i>Ilustración 329: iniciando creación de macro para diseño de formulario.....</i>                              | <i>216</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 330: creando macro Analisis_Cana.....</i>  | <i>217</i> |
| <i>Ilustración 331: deteniendo grabación de macro Analisis_Cana.....</i>  | <i>217</i> |
| <i>Ilustración 332: Hoja 4, con información previo a ejecutar Macro Analisis_Cana .....</i>   | <i>218</i> |
| <i>Ilustración 333: ejecutando el Macro Analisis_Cana.....</i>  | <i>218</i> |
| <i>Ilustración 334: formulario resultante en Hoja4 luego de ejecutar el Macro Analisis_Cana.....</i>  | <i>219</i> |
| <i>Ilustración 335: ingresando a observar las instrucciones o códigos de programación del macro Analisis_Cana .....</i>   | <i>220</i> |
| <i>Ilustración 336: código Visual Basic de Excel para macro Analisis_Cana .....</i>   | <i>220</i> |
| <i>Ilustración 337: editor de Visual Basic para crear funciones personalizadas .....</i>  | <i>221</i> |
| <i>Ilustración 338: creando la función personalizada PUREZA .....</i>   | <i>222</i> |
| <i>Ilustración 339: aplicando la función PUREZA en algunas celdas.....</i>  | <i>223</i> |
| <i>Ilustración 340: mejorando la programación de la función PUREZA.....</i>   | <i>224</i> |
| <i>Ilustración 341: la función PUREZA emitiendo mensaje cuando argumento Brix es igual a 0 .....</i>  | <i>224</i> |
| <i>Ilustración 342: insertando un nuevo módulo para nueva función .....</i>   | <i>225</i> |
| <i>Ilustración 343: escribiendo líneas de programación para la función SJM.....</i>   | <i>225</i> |
| <i>Ilustración 344: escribiendo líneas de programación para la función WINTER.....</i>  | <i>225</i> |
| <i>Ilustración 345: aplicación de las funciones SJM y WINTER en algunas celdas de Excel .....</i>   | <i>226</i> |
| <i>Ilustración 346: Instrucción DIM.....</i>  | <i>226</i> |
| <i>Ilustración 347: Instrucción INPUTBOX.....</i>   | <i>227</i> |
| <i>Ilustración 348: Instrucción MSGBOX .....</i>  | <i>228</i> |
| <i>Ilustración 349: Instrucción Sub.....</i>  | <i>228</i> |
| <i>Ilustración 350: instrucciones Visual Basic para el primer programa.....</i>   | <i>229</i> |
| <i>Ilustración 351: ventanas Resultantes de la ejecución del primer programa .....</i>  | <i>229</i> |
| <i>Ilustración 352: instrucciones Visual Basic para el segundo programa.....</i>  | <i>230</i> |
| <i>Ilustración 353: ventas resultado del segundo programa .....</i>   | <i>231</i> |
| <i>Ilustración 354: Instrucción WORKSHEETS .....</i>  | <i>232</i> |
| <i>Ilustración 355: Instrucción RANGE(cell1,cell2..).Select .....</i>   | <i>232</i> |
| <i>Ilustración 356: Instrucción Range(cells1,cells2..).Value .....</i>  | <i>233</i> |
| <i>Ilustración 357: instrucciones Worksheets y Range .....</i>  | <i>233</i> |
| <i>Ilustración 358: instrucciones Visual Basic para solución de ejercicio 3 .....</i>   | <i>234</i> |
| <i>Ilustración 359: resultados del ejercicio 3 en Hoja2 de Excel .....</i>  | <i>234</i> |
| <i>Ilustración 360: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 4 ....</i>   | <i>235</i> |
| <i>Ilustración 361: Instrucción For.. TO..Next .....</i>  | <i>235</i> |
| <i>Ilustración 362: instrucción MsgBox.....</i>   | <i>236</i> |
| <i>Ilustración 363: Ingreso de datos a un vector.....</i>   | <i>236</i> |
| <i>Ilustración 364: ciclos anidados con sentencia For.....</i>  | <i>236</i> |
| <i>Ilustración 365: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 5: cálculo de producción de azúcar y toneladas caña molida .....</i> | <i>237</i> |
| <i>Ilustración 366: Temperatura vs Factor de Corrección .....</i>   | <i>238</i> |
| <i>Ilustración 367: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 6 tabla de temperatura vs factor de corrección .....</i>             | <i>239</i> |
| <i>Ilustración 368: formato de Instrucción Do While .....</i>   | <i>239</i> |
| <i>Ilustración 369: valor de la cosecha por hectárea .....</i>  | <i>239</i> |
| <i>Ilustración 370: barrido de valores en rango mayor a 500.....</i>  | <i>240</i> |
| <i>Ilustración 371: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 6: corrección empírica de Brix por temperatura.....</i>              | <i>241</i> |
| <i>Ilustración 372: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 7: lectura y escritura de pesos de jugo .....</i>                    | <i>241</i> |
| <i>Ilustración 373: Instrucción Select [Case] .....</i>   | <i>242</i> |
| <i>Ilustración 374: segmento de código para ingreso de datos y procesamiento de los mismos ....</i>   | <i>242</i> |
| <i>Ilustración 375: tabla resumen de caña cosechada del ejercicio 8.....</i>  | <i>243</i> |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Ilustración 376: instrucciones para solución del ejercicio 8.....</i>  | <i>244</i> |
| <i>Ilustración 377: código de programación alternativo, usando la función de Excel SUMA para el ejercicio 8 .....</i>     | <i>244</i> |
| <i>Ilustración 378: resumen de caña cosechada periodo 1-6 octubre 2016 .....</i>  | <i>245</i> |
| <i>Ilustración 379: código de programación Visual Basic para solución del ejercicio 9.....</i>                            | <i>246</i> |
| <i>Ilustración 380: controles para diseño de formularios .....</i>  | <i>247</i> |
| <i>Ilustración 381: ejemplo de formulario con inclusión de varios controles.....</i>                                      | <i>248</i> |
| <i>Ilustración 382: habilitando Visual Basic para insertar formulario .....</i>   | <i>248</i> |
| <i>Ilustración 383: habilitando Visual Basic para insertar formulario .....</i>   | <i>249</i> |
| <i>Ilustración 384: primer formulario insertado o creado mediante Visual Basic.....</i>                                   | <i>249</i> |
| <i>Ilustración 385: cambiando las propiedades Caption y BackColor del formulario .....</i>                                | <i>250</i> |
| <i>Ilustración 386: propiedades y utilidad de los controles para el diseño de formularios.....</i>                        | <i>251</i> |
| <i>Ilustración 387: habilitando el cuadro de herramientas para insertar objetos en el formulario..</i>                    | <i>252</i> |
| <i>Ilustración 388: insertando un Botón de Comando en el formulario.....</i>  | <i>252</i> |
| <i>Ilustración 389: insertando varios controles en el formulario .....</i>  | <i>253</i> |
| <i>Ilustración 390: cambiando algunas propiedades del botón de comando CommandButton1.....</i>                            | <i>254</i> |
| <i>Ilustración 391: formulario con cambios en algunas propiedades de controles.....</i>                                   | <i>254</i> |
| <i>Ilustración 392: procediendo a ejecutar el formulario para cálculo de pureza .....</i>                                 | <i>255</i> |
| <i>Ilustración 393: Ventana resultante de la ejecución del formulario.....</i>  | <i>255</i> |
| <i>Ilustración 394: generando el método para el evento clic del botón Calcular Pureza.....</i>                            | <i>256</i> |
| <i>Ilustración 395: sintaxis de Nombre de un control y asignación de un valor.....</i>                                    | <i>257</i> |
| <i>Ilustración 396: código de programación para evento clic del botón Calcular Pureza.....</i>                            | <i>257</i> |
| <i>Ilustración 397: resultados de Formulario terminado para cálculo de pureza .....</i>                                   | <i>258</i> |
| <i>Ilustración 398: insertando método para el evento Clic en el formulario Userform1.....</i>                             | <i>258</i> |
| <i>Ilustración 399: código para limpiar datos de los controles de Texto .....</i>   | <i>259</i> |
| <i>Ilustración 400: método insertado para evento Clic de formulario .....</i>   | <i>259</i> |
| <i>Ilustración 401: método con código para evento Clic de formulario.....</i>   | <i>259</i> |
| <i>Ilustración 402: limpiando los cuadros textos con evento clic de formulario.....</i>                                   | <i>260</i> |
| <i>Ilustración 403: código para cerrar una ventana .....</i>  | <i>260</i> |
| <i>Ilustración 404: insertando o creando nuevo formulario para ejercicio 1.....</i>                                       | <i>261</i> |
| <i>Ilustración 405: cambiando algunas propiedades del formulario llamado Ejercicio1.....</i>                              | <i>261</i> |
| <i>Ilustración 406: formulario ejercicio1 con controles insertados.....</i>   | <i>262</i> |
| <i>Ilustración 407:Propiedades de los controles y tipo de valores a tomar .....</i>                                       | <i>266</i> |
| <i>Ilustración 408: método para el Evento Clic del Botón de Comando Calcular.....</i>                                     | <i>267</i> |
| <i>Ilustración 409: método para Evento Clic de Botón de Comando limpiar y Salir.....</i>                                  | <i>268</i> |
| <i>Ilustración 410: resultado de Formulario Ejercicio1 concluido.....</i>   | <i>268</i> |
| <i>Ilustración 411: Tabla de datos en rango A3:P81 para Ingenio Sugar Corp. S. A. ....</i>                                | <i>269</i> |
| <i>Ilustración 412: formulario terminado para el ejercicio 11 .....</i>   | <i>269</i> |
| <i>Ilustración 413: formulario Ejercicio 11 con objetos y su nombre para la propiedad Name .....</i>                      | <i>270</i> |
| <i>Ilustración 414: declaración de variables generales a usar en el sistema .....</i>                                     | <i>270</i> |
| <i>Ilustración 415: procedimiento para asignar valores a las variables .....</i>  | <i>270</i> |
| <i>Ilustración 416: procedimiento del evento clic para control de la selección de un botón por parte del usuario.....</i> | <i>271</i> |
| <i>Ilustración 417: procedimiento para exportar resultados a un archivo de Excel.....</i>                                 | <i>272</i> |
| <i>Ilustración 418: procedimiento para asignar formato a los textos .....</i>   | <i>273</i> |
| <i>Ilustración 419: procedimiento para cerrar el programa .....</i>   | <i>273</i> |
| <i>Ilustración 420: procedimiento para insertar datos en el combobutton .....</i>   | <i>273</i> |
| <i>Ilustración 421: procedimiento para ocultar o visualizar la etiqueta .....</i>   | <i>274</i> |
| <i>Ilustración 422: Procedimiento para cálculo de corte y ciclo .....</i>   | <i>275</i> |
| <i>Ilustración 423: procedimiento para cálculo por ciclo.....</i>   | <i>276</i> |
| <i>Ilustración 424: procedimiento para asignación de valores a los textbox.....</i>                                       | <i>276</i> |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Ilustración 425: procedimiento para calcular por ciclo, propietario y periodo.....</i>                                  | 277 |
| <i>Ilustración 426: Procedimiento para calculo por edad de la caña.....</i>  | 278 |
| <i>Ilustración 427: Procedimiento para cálculo de la edad de la caña por ciclo y por cohorte.....</i>                      | 280 |
| <i>Ilustración 428: derivadas parciales.....</i>   | 282 |
| <i>Ilustración 429: tabla de densidad de soluciones azucaradas en función de Brix y temperatura</i>                        | 284 |
| <i>Ilustración 430: codigo para calcular la densidad de solución azucarada.....</i>  | 289 |
| <i>Ilustración 431: programa para calcular la densidad de soluciones azucaradas en función de Brix y temperatura .....</i> | 289 |
| <i>Ilustración 432: función personalizada en Excel para calcular densidad de material azucarero .</i>                      | 290 |
| <i>Ilustración 433: resultados comparativos de densidad .....</i>  | 290 |
| <i>Ilustración 434: corrección de volumen por temperatura para materiales azucareros .....</i>                             | 295 |
| <i>Ilustración 435: °Brix y densidades de soluciones de azúcar A 20 °C.....</i>  | 295 |
| <i>Ilustración 436: Granulado Normal Equivalente (GNE) Y purezas del azúcar.....</i>                                       | 296 |
| <i>Ilustración 437: correcciones por temperatura para las mediciones de sacarosa refractométrica .....</i>                 | 296 |

## 4 ÍNDICE DE ECUACIONES

|  |    |
|--|----|
| <i>Ecuación 1: ecuación de la Pureza de Material Azucarero .....</i>     | 46 |
| <i>Ecuación 2: ecuación fundamental para el Control de Molinos .....</i> | 46 |
| <i>Ecuación 3: Peso Brix de Material Azucarero .....</i>                 | 46 |
| <i>Ecuación 4: Peso Pol de Material Azucarero .....</i>                  | 46 |
| <i>Ecuación 5: Peso Jugo Mixto Neto.....</i>                             | 46 |
| <i>Ecuación 6: %Extracción Pol .....</i>                                 | 46 |
| <i>Ecuación 7: Peso de Pol Jugo Mixto.....</i>                           | 46 |
| <i>Ecuación 8: Peso de Pol caña.....</i>                                 | 46 |
| <i>Ecuación 9: Peso de Pol Bagazo.....</i>                               | 46 |
| <i>Ecuación 10: Peso de Bagazo .....</i>                                 | 46 |
| <i>Ecuación 11: Pol%Caña .....</i>                                       | 46 |
| <i>Ecuación 12: Fibra%Caña .....</i>                                     | 47 |
| <i>Ecuación 13: Peso Fibra Caña.....</i>                                 | 47 |
| <i>Ecuación 14: Peso Humedad Bagazo.....</i>                             | 47 |
| <i>Ecuación 15: Peso Brix Bagazo .....</i>                               | 47 |
| <i>Ecuación 16: Brix Bagazo.....</i>                                     | 47 |
| <i>Ecuación 17: Peso Insolubles Jugo Mixto.....</i>                      | 47 |
| <i>Ecuación 18: Peso Jugo Absoluto.....</i>                              | 47 |
| <i>Ecuación 19: Brix de Jugo Absoluto .....</i>                          | 47 |
| <i>Ecuación 20: Peso Brix Jugo Mixto .....</i>                           | 47 |
| <i>Ecuación 21: Pol de Jugo Absoluto .....</i>                           | 47 |
| <i>Ecuación 22: Peso del Jugo Absoluto Extraído.....</i>                 | 47 |
| <i>Ecuación 23: Extracción del Jugo Absoluto %Caña.....</i>              | 47 |
| <i>Ecuación 24: Peso del Jugo Absoluto en el Bagazo.....</i>             | 47 |
| <i>Ecuación 25: %Extracción Reducida .....</i>                           | 48 |
| <i>Ecuación 26: Fibra% Bagazo.....</i>                                   | 48 |
| <i>Ecuación 27: Bagazo% caña .....</i>                                   | 48 |
| <i>Ecuación 28: Cachaza% caña.....</i>                                   | 48 |
| <i>Ecuación 29: %Extracción Jugo Diluido.....</i>                        | 48 |
| <i>Ecuación 30: Imbibición%Caña.....</i>                                 | 48 |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Ecuación 31: Peso de Pol caña.....</i>  | <i>48</i>  |
| <i>Ecuación 32: Peso de Pol Cachaza.....</i>   | <i>48</i>  |
| <i>Ecuación 33: Peso de Pol Azúcar Hecho.....</i>                                    | <i>48</i>  |
| <i>Ecuación 34: Peso de Pol Azúcar.....</i>  | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 35: Peso de Pol Recobra en Stock.....</i>                                | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 36: Peso Pol Total Stock.....</i>  | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 37: SJM.....</i>   | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 38: Peso de Pol Miel Final Hecho.....</i>                                | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 39: Peso de Pol Miel Final.....</i>                                      | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 40: Peso de Pol Miel Final en Stock.....</i>                             | <i>49</i>  |
| <i>Ecuación 41: Peso de Pol Indeterminado.....</i>                                   | <i>50</i>  |
| <i>Ecuación 42: Eficiencia de Casa de Calderas Winter y Carp.....</i>                | <i>52</i>  |
| <i>Ecuación 43: eficiencia de Casa de Calderas SJM.....</i>                          | <i>52</i>  |
| <i>Ecuación 44: Interpolación.....</i>   | <i>77</i>  |
| <i>Ecuación 45: Factor de Correlación Aplicado.....</i>                              | <i>77</i>  |
| <i>Ecuación 46: Interpolación.....</i>   | <i>78</i>  |
| <i>Ecuación 47: sintaxis de la función ÍNDICE.....</i>                               | <i>78</i>  |
| <i>Ecuación 48: sintaxis de la función CONTAR.SI.CONJUNTO.....</i>                   | <i>106</i> |
| <i>Ecuación 49: SUMAR.SI.CONJUNTO(rango_suma;rango_criterio1;criterio1;...).....</i> | <i>109</i> |
| <i>Ecuación 50: fórmula para calcular Pol%Caña en Tabla Dinámica.....</i>            | <i>138</i> |



## 5 GLOSARIO DE TÉRMINOS

En el desarrollo de los diferentes temas de este libro están inmersos términos que son propios de la industria azucarera por lo que es pertinente conocer sus definiciones.

**Agua de Imbibición:** Agua añadida al bagazo del penúltimo o último juego e molinos para facilitar la extracción del pol o sacarosa de la caña.

**Agua de Dilución:** Parte de agua de imbibición que forma parte del jugo mixto.

**Azúcar:** Denominado así a los cristales de sacarosa extraído por medios mecánicos o por procesos de centrifugación de una masa, ya sea masa A, masa B o masa C.

**Azúcares Reductores:** Cantidad de azúcares reductores presentes en la caña de azúcar o en sus productos tales como jugos, masas, mieles, etc. Los azúcares reductores más comunes en la industria azucarera son la glucosa y la fructosa.

**Basura de campo o trash:** Formado por las hojas, puntas, tallos muertos, cogollo, cepas, material mineral que viene como parte de la caña que ingresa a fábrica.

**Bagazo% caña:** Partes de bagazo contenido en 100 partes de caña. Su resultado es expresado en porcentaje.

**Bagazo:** Residuo de la caña molida generalmente procedente del último molino del tándem. Puede referirse también a bagazo del primer molino, bagazo del segundo molino y así sucesivamente hasta el último molino.

**Brix:** Porcentaje en peso de sólidos disueltos en una solución. Si el Brix es determinado mediante un hidrómetro será Brix hidrométrico, si su determinación es mediante un refractómetro será Brix refractométrico; en la actualidad este último es la forma de determinar predominante en los ingenios azucareros.

**Caña:** Materia prima que ingresa a la fábrica, incluye caña limpia, hojas, cogollo, tierra, agua, etc. Recibida de esta forma se le conoce como caña bruta, al descontarle las impurezas mencionadas constituyen la caña neta.

**Cachaza:** Torta agotada de sacarosa que contiene todas las impurezas que provino del jugo, que fueron decantados en el proceso de clarificación y retenida en los filtros de cachaza.

**Cachaza% caña:** Partes de cachaza contenido en 100 partes de caña. Su resultado es expresado en porcentaje.

**Color:** Medida de la absorbancia de la luz a causa de la presencia de sustancias coloreadas en una solución de azúcar.

**Dextranas:** Polisacáridos constituidos por moléculas de glucosa, formando unidades en cadenas cuya longitud es variable. Las dextranas son el resultado de la infección bacteriana de materiales azucareros.

**Extracción Jugo:** Cantidad de jugo extraído en el proceso de molienda por ciento caña.

**Extracción de Pol:** Cantidad de pol en el jugo mixto por ciento de pol en la caña.

**Relación de Java:** Relación empírica entre pol de la caña dividido para el pol del jugo de primera extracción. Generalmente es expresado en porcentaje.

**Extracción Reducida:** Extracción considerando una base de 12.5 % de fibra en la caña.

**Fibra:** Materia seca insoluble en agua constituyentes de la caña y bagazo.

**Imbibición:** Proceso de aplicar agua o jugo al bagazo en el siguiente molino de tal manera que permita mejorar la extracción del jugo y de la sacarosa del bagazo correspondiente.

**Jugo Residual:** Jugo remanente en el bagazo proveniente del último molino. Para efectos prácticos las características del jugo de la masa bagacera se le asigna también al jugo residual.

**Jugo Clarificado:** Jugo resultante del proceso de clarificación del jugo. El jugo a clarificar generalmente es el jugo mixto.

**Jugo Absoluto:** Constituido por todos los sólidos disueltos en la caña más todo su contenido de agua. También quedó establecido con la relación caña menos fibra.

**Jugo Absoluto Extraído:** Parte del Jugo Absoluto que forma parte del jugo mixto. Matemáticamente queda definido como jugo mixto menos agua de dilución.

**Jugo de Primera Extracción:** Jugo extraído procedente de las dos primeras mazas del tándem de molinos.

**Jugo Primario:** Consiste en todo el jugo extraído sin diluir, generalmente es el jugo combinado de la desmenzadora y el primer juego de molinos.

**Jugo Mixto:** Jugo resultante de la mezcla de los jugos extraídos en todos los molinos del tándem y que incluye parte de agua de imbibición. Este jugo es enviado al proceso de elaboración.

**Jugo Filtrado:** Jugo que ha atravesado las mallas de los filtros de cachaza.

**Miel:** Líquido madre procedente de la separación de los cristales de una masa cocida mediante equipos mecánicos, tales como las centrifugas en los ingenios azucareros. Las mieles pueden ser miel A, miel B, miel C, dependiendo de la masa que la origina, así puede ser masa A, masa B, masa C, respectivamente.

**Masa Cocida:** Conocida en los ingenios azucareros como masa, es la mezcla de miel y cristales de azúcar formados en los tachos. Las masas pueden ser masa A, masa B, masa C, dependiendo del agotamiento de la sacarosa.

**Magma:** Material azucarero formado por la mezcla de cristales de azúcar con jugo, meladura o agua, utilizando medios mecánicos.

**Miel Final:** Conocida también como melaza es la miel agotada de sacarosa, de la cual ya no puede extraerse más azúcar con rentabilidad económica.



**Meladura:** Conocido también como jarabe, es el jugo (generalmente jugo clarificado) al que se le ha concentrado mediante procesos de evaporación, antes de extraer su azúcar por procesos de cristalización.

**Pol:** Valor que se obtiene por polarización directa del peso normal de una solución a través de un sacarímetro. Expresado en porcentaje.

**Pol%Caña:** Partes de pol contenido en 100 partes de caña. Su resultado es expresado en porcentaje.

**No Pol:** Diferencia entre contenido de Brix y el contenido de Pol.

**No Sacarosa:** Diferencia entre el contenido de Brix y el contenido de sacarosa.

**Peso Normal:** Peso de sacarosa pura (26.00 gramos) disuelta en agua y aforado a un volumen de 100 cm<sup>3</sup> a 20 °C. Esta solución arrojará un resultado de 100° de la escala de sacarimetría.

**Pureza:** Relación en porcentaje entre el valor del pol y el valor del Brix. O también el porcentaje de pol en el total de sólidos disueltos (Brix) en el material azucarero.

**pH:** Medida que permite determinar la acidez o alcalinidad de una solución.

**Recuperación:** Porcentaje de Pol del jugo mixto que es recuperado como azúcar. También es conocida como recuperación de casa de calderas.

**Sacarosa:** Disacárido  $\alpha$ -D-Glucopiranosil  $\beta$ -D-fructofuranósido, cuya ecuación condensada es C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>. A la sacarosa comúnmente se le conoce como azúcar.

**Turbiedad:** Medida de la dispersión de la luz a causa de la presencia de partículas en suspensión en soluciones de azúcar. Las partículas en suspensión generalmente son coloides.



# 1. EXCEL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La industria es un eje importante en el crecimiento económico de una nación, ya que contribuye significativamente a la generación de empleos directos e indirectos, es así que su definición más amplia dice: “Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales” (RAE, 2022, párr. 2). Al tener procesos que van desde lo simples a los complejos, se debe considerar tener herramientas informáticas que permitan gestionar la información.

Hoy en día se cuenta con Excel de Microsoft, que es una aplicación que permite realizar operaciones aritméticas, matemáticas, estadísticas, financieras, ingeniería, etc., siendo estas útiles para implementar en los ingenios azucareros.

Toda la potencialidad del Excel está centrada en cada uno de sus celdas, que, dependiendo de su versión, contiene aproximadamente 17 mil millones de celdas distribuidos en 1.048.576 filas y 16.384 columnas (Calcuworld, 2022). Ante tal cantidad de celdas que pueden estar interconectadas entre sí, difícilmente habrá aplicaciones del usuario que pueda utilizarlas en su totalidad. Previo a ejecutar actividades en Excel en sus habilidades, es necesario conocer y describir su estructura.

Para iniciar Excel, existen varias maneras de hacerlo; la más usual es haciendo clic en el botón de inicio de Windows y, a continuación, clic en el ícono de Excel, obsérvese la ilustración 1. Si existe el acceso directo desde la ventana principal de Windows, también se puede iniciar con doble clic en el ícono de Excel.

De inmediato, en el monitor del computador puede observarse la ventana principal de Excel con sus diferentes herramientas utilizadas por esta aplicación, que lo muestran como un recurso muy versátil para el procesamiento de datos, sobre todo numéricos, pudiendo aplicar sobre estos las diferentes ecuaciones y funciones que son nativas de Excel, entre ellas las funciones matemáticas, financieras, estadísticas, ingenieriles, etc. así como funciones de base de datos, gráficos y diagramas de diferente naturaleza que permitirán realizar, entre otras cosas, análisis de regresión, análisis de tendencias y pronósticos. Además, con tablas o base de datos, Excel dispone de una herramienta poderosa de análisis, las herramientas de tablas dinámicas.

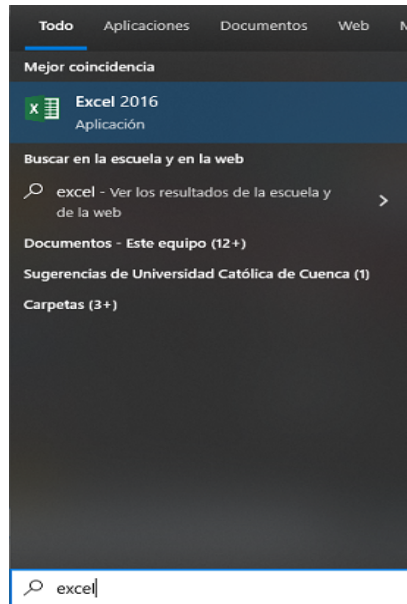


Ilustración 1: iniciando Microsoft Excel desde el botón Inicio

Una vez iniciada la sesión Excel, puede visualizarse los diferentes elementos de su estructura, tales como barra de menú, barra de herramientas, barra de estado, barra de ecuaciones, cuadro de preguntas, etc., así como las celdas que la constituyen. La ilustración 2 presenta a mayor detalle lo indicado.

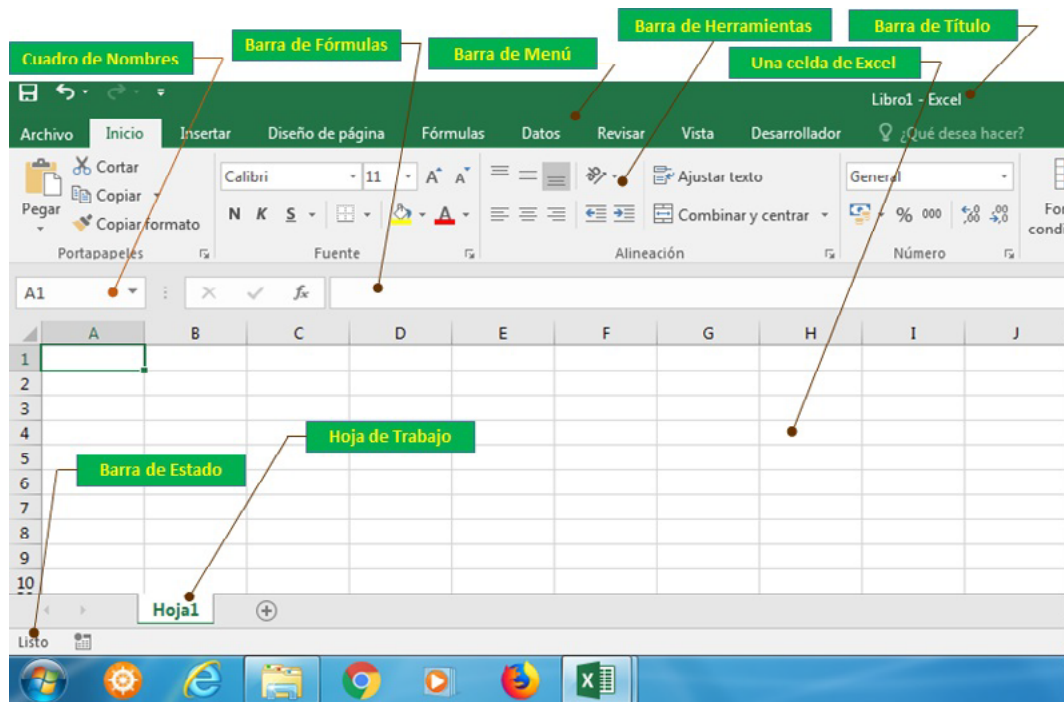


Ilustración 2: indicando la celda A1

## 1.2. APLICACIÓN DE UN EJEMPLO



Ilustración 3: Barra de herramientas de la opción Insertar de la barra de menú

Como fue indicado anteriormente, Excel está constituido por celdas etiquetadas con la letra y el número que intercepta. En la ilustración 4, muestra un ejemplo en que el cursor de Excel está ubicado en la celda B2 y, fácilmente, puede observarse que intercepta la columna B y la fila 2; además, el cuadro de nombres también indica que se trata de la celda B2.

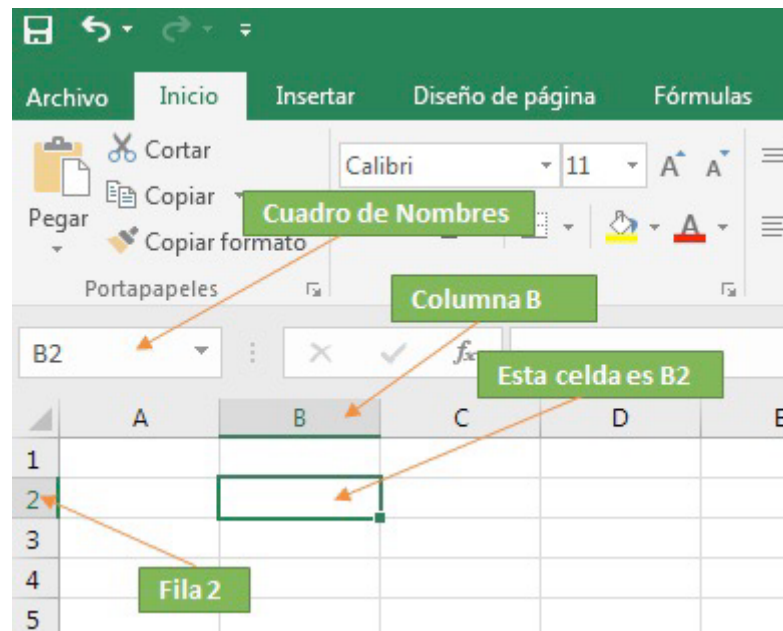


Ilustración 4: indicando la celda B2

Con el siguiente ejemplo, en la ilustración 5, entrarán en acción las virtudes de las celdas concernientes a los diferentes cálculos a aplicarse en ellas.

Se ha diseñado en una hoja de trabajo de Excel un formato para realizar los cálculos que implican para la producción de azúcar, explicando paso a paso los procesos realizados para su diseño general y sus ecuaciones.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |              |              |                     |                   |                     |
|--|-------------------|---|--------------|--------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |              |              |                     |                   |                     |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |              |              | SEMÁFORO            |                   |                     |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |              |              | Verde               |                   |                     |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |              |              | Amarillo            |                   |                     |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |              |              | Rojo                |                   |                     |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA    | CALIDAD      | SUBTOTAL \$         | PREMIO / CASTIGO  | TOTAL \$ A PAGAR    |
| 01/08/2016                                   | 12,546.36         | 32.55   | 15           | Muy Buena    | 408,384.02          | 12,295.43         | 420,679.45          |
| 02/08/2016                                   | 11,452.12         | 32.55   | 8            | Multada      | 372,766.51          | -22,446.16        | 350,320.35          |
| 03/08/2016                                   | 8,954.86          | 32.55   | 10.01        | Buena        | 291,480.69          | 0.00              | 291,480.69          |
| 04/08/2016                                   | 10,562.40         | 32.55   | 9.15         | Multada      | 343,806.12          | -8,798.48         | 335,007.64          |
| <b>TOTALES</b>                               | <b>43,515.74</b>  | <b>32.55</b>                                      | <b>10.71</b> | <b>Buena</b> | <b>1,416,437.34</b> | <b>-18,949.20</b> | <b>1,397,488.14</b> |

Ilustración 5: ejercicio de Calificación de caña

Respecto a la ilustración 5, es necesario, en la celda B1, escribir “CALIFICACIÓN DE caña PESADA EN BASE POL%CAÑA”. Luego, centrar en el rango de celdas B1:I1, usando tipo y tamaño de letra Arial 14, color de relleno azul y color de fuente blanco, como se muestra en ilustración 6.

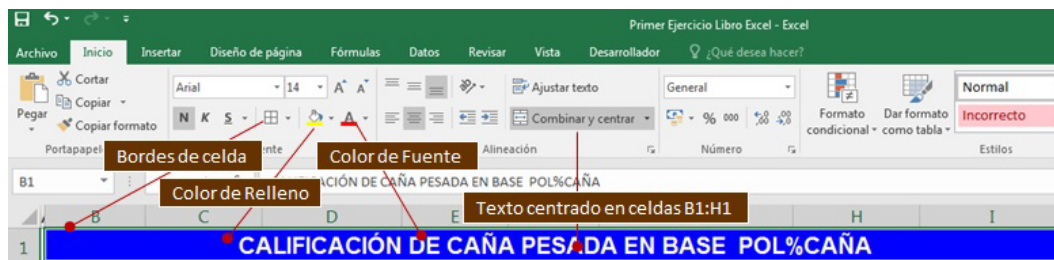


Ilustración 6: formateando texto de la celda B1

Para los textos escritos en el bloque de celdas B3 hasta I9, usar similar procedimiento aplicado a la celda B3, además de agregar sus bordes. Nótese que en el bloque de celdas referidos todavía no contempla cálculo alguno.

Las columnas etiquetadas con fecha, toneladas caña, precio \$ por tonelada y Pol%Caña son datos del usuario; es decir, son digitados directamente en las celdas correspondientes; sin embargo, en la columna Pol%Caña, puede observarse el ícono de un semáforo que, de acuerdo a la tabla “CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA”, indica que, para valores de Pol%Caña sobre los 14, el semáforo pintará verde; caso contrario, pintará amarillo o rojo, dependiendo del valor.

### 1.3. SEMÁFOROS EN RANGO DE CELDAS

Para colocar los semáforos en la columna Pol%Caña, arrastrando el mouse o utilizando las teclas [Shift] y [Flecha Abajo], seleccione el bloque de celdas E10:E14, ver la ilustración 7, luego hacer clic en la opción Inicio de la barra de menú y sucesivamente clic

la barra de herramientas Formato condicional, Conjunto de íconos y, finalmente, seleccionar el ícono de los tres semáforos.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |         |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|---------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |         |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |         | SEMÁFORO    |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |         | Verde       |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |         | Amarillo    |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |         | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12.546,36         | 32,55   | 15        |         |             |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11.452,12         | 32,55   | 8         |         |             |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8.954,86          | 32,55   | 10,1      |         |             |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10.562,40         | 32,55   | 9,15      |         |             |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                   |   |           |         |             |                  |                  |

Ilustración 7: seleccionando bloque de celdas E10:E14

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                        |   |         |             |                  |       |  |
|--|------------------------|---|---------|-------------|------------------|-------|--|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                        |   |         |             |                  |       |  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA              | PREMIO/CASTIGO                                    |         |             | SEMÁFORO         |       |  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00          | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |         |             | Verde            |       |  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00      | No tiene premio                                   |         |             | Amarillo         |       |  |
| Multada                                      | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |         |             | Rojo             |       |  |
| TONELADAS CAÑA                               | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | PAGAR |  |
| 12.546,36                                    | 32,55                  | 15  |         |             |                  |       |  |
| 11.452,12                                    | 32,55                  | 8   |         |             |                  |       |  |
| 8.954,86                                     | 32,55                  | 10,1  |         |             |                  |       |  |
| 10.562,40                                    | 32,55                  | 9,15  |         |             |                  |       |  |

Ilustración 8: colocando semáforos en bloque de celdas E10:E14

Al instante de hacer clic en el ícono de los tres semáforos, automáticamente aparecerá en el bloque de celdas E10:E14 los semáforos con el respectivo color de acuerdo al criterio del valor del Pol%Caña, pero nótese que el valor 10,01 de la celda B12 debería estar pintado de amarillo, este efecto sucede porque Excel, por defecto, divide la amplitud del rango de valores en tres categorías y, en muchos casos, no coincide con el criterio del usuario, por lo que se procede a su modificación de la siguiente manera:

Seleccionar el bloque de celdas E10:E14, en la barra de herramientas hacer clic en la opción Formato condicional y luego en Administrar reglas (véase ilustración 9).

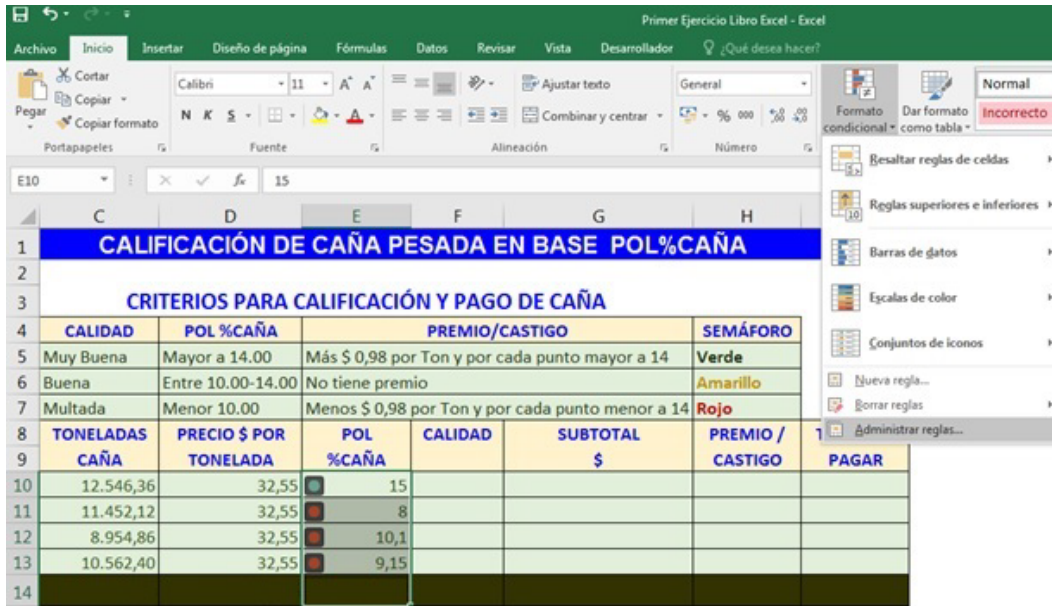


Ilustración 9: Clic en opción Formato condicional y Administrar reglas

Luego de hacer clic en la opción Administrar reglas, aparece la ventana de Administrador de reglas de formato condicionales como indica la ilustración 10.

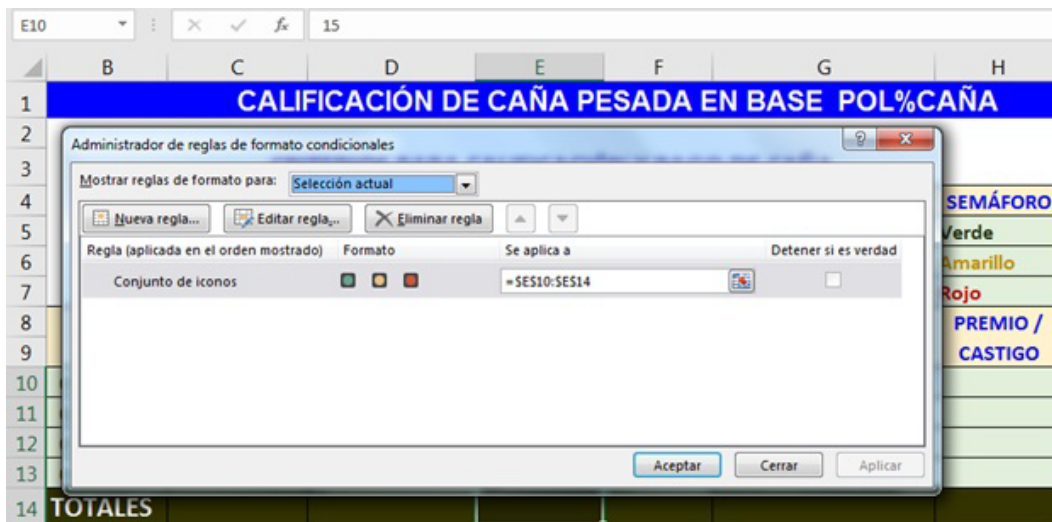


Ilustración 10: Ventana Administrador de reglas de formato condicionales

En la ventana Administrador de reglas de formato condicionales, hacer clic en el botón Editar regla y presentará la ventana Editar regla de formato (ver ilustración 11).



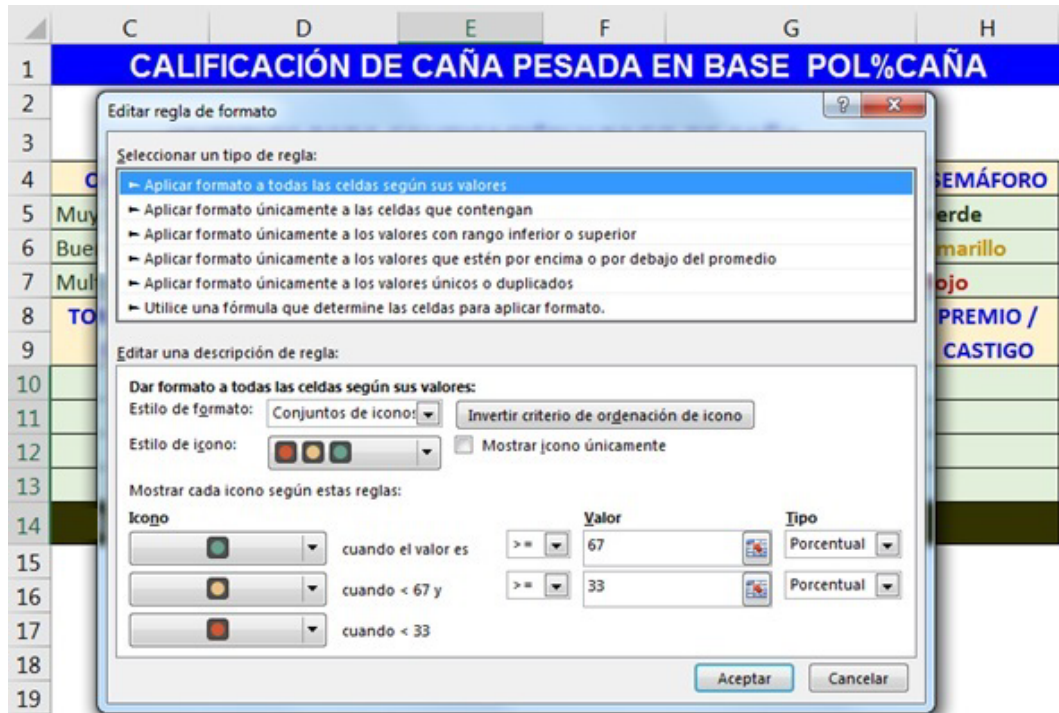


Ilustración 11: ventana Editar regla de formato

Luego, proceder a cambiar los valores de las reglas, de tal manera que la ventana muestre los valores como indica la ilustración 12, luego oprimir tecla Aceptar.

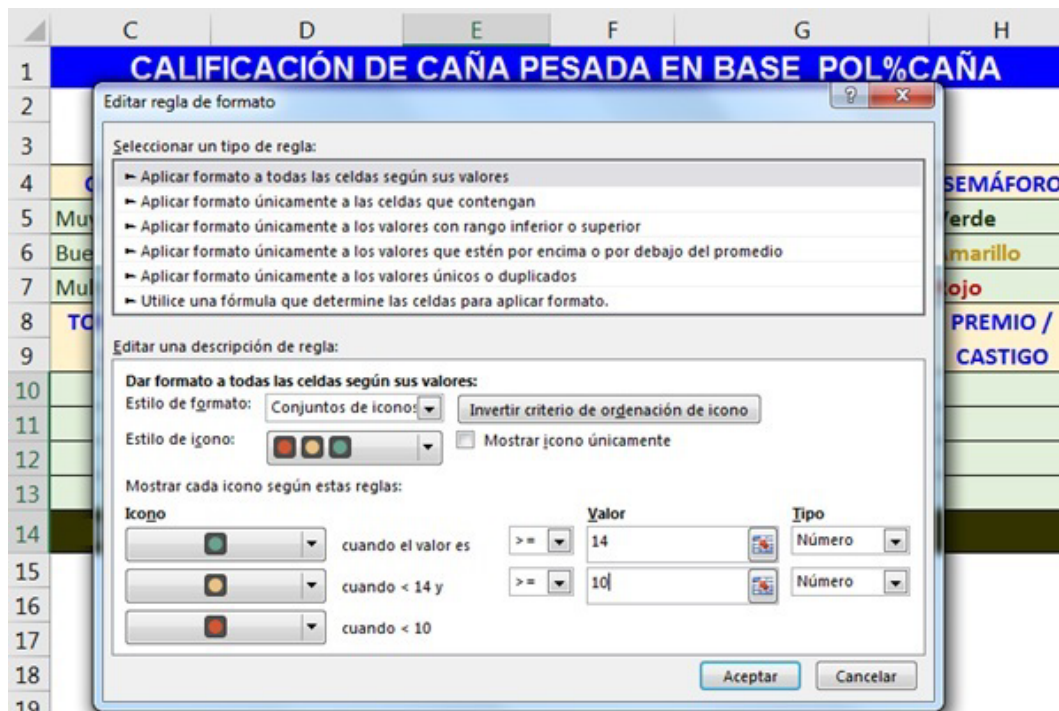


Ilustración 12: ventana Editar regla de formato con nuevos valores

Luego de los cambios el cuadro queda como indica la ilustración 13.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |          |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |          |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           | SEMÁFORO |             |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           | Verde    |             |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           | Amarillo |             |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           | Rojo     |             |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD  | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12,546.36         | 32.55   | 15        |          |             |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11,452.12         | 32.55   | 8         |          |             |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8,954.86          | 32.55   | 10.01     |          |             |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10,562.40         | 32.55   | 9.15      |          |             |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                   |   |           |          |             |                  |                  |

Ilustración 13: cuadro con semáforos en columna Pol%Caña

Las siguientes acciones van dirigidas a la columna correspondiente a la Calidad; observe que el grupo de celdas F10:F14 de esta columna tiene un texto de acuerdo al valor del Pol%Caña; así, por ejemplo, la celda B10 contiene el texto “Muy Buena” porque el criterio de calidad indica que para Pol%Caña mayor a 14 corresponde al semáforo en verde, si se cambia el valor del Pol%Caña de la celda E10, por ejemplo a 12, entonces automáticamente el semáforo cambiará a color amarillo y el texto de la celda B10 exhibirá el texto “Buena”; además, puede programarse de tal manera que el fondo de la celda pinte del color del semáforo.

#### 1.4. FUNCIONES LÓGICAS DE EXCEL

Para realizar la primera acción, escribir ‘Muy Buena’, ‘Buena’, ‘Multada’, dependiendo del valor del Pol%Caña, en grupo de celdas F10:F14, se utiliza la función lógica Si, que sirve para evaluar una condición y determinar si ésta es verdadera o falsa, su sintaxis es:

##### Sintaxis de la función Si

Si (prueba\_lógica; [valor\_si\_verdadero]; [valor\_si\_falso])

Ilustración 14: sintaxis de la Función Sí

En donde la condición debe escribirse en el espacio de ‘prueba\_lógica’, las operaciones o proceso para el caso que la condición resulta afirmativa, debe colocarse en el espacio de [valor\_si\_verdadero]; caso contrario, si la condición resulta negativa, las operaciones o procesos deben escribirse en [valor\_si\_falso].

**Ejemplo:** en la celda B1 está el Pol%Caña de un jugo de caña, en la celda A3 escribir un mensaje para determinar si ese jugo gana premio sabiendo que el premio es para jugos que tienen un de Pol%Caña superior a 15. Solución: en la celda A3, escribir

=SI(B1>15;'Gana Premio';'No Gana Premio'). Ver ilustración 1.13 y 1.14 para mayor detalle.

|   | A   | B  | C | D |
|---|---|----|---|---|
| 1 | Pol%Caña                                  | 18 |   |   |
| 2 |   |    |   |   |
| 3 | =SI(B1>15;"Gana Premio";"No Gana Premio") |    |   |   |
| 4 |   |    |   |   |

Ilustración 15: escribiendo la función Si en la celda A3

|   | A           | B  | C | D | E |
|---|-------------|----|---|---|---|
| 1 | Pol%Caña    | 18 |   |   |   |
| 2 |             |    |   |   |   |
| 3 | Gana Premio |    |   |   |   |
| 4 |             |    |   |   |   |

Ilustración 16: resultado de la función Si en la celda A3

Con lo explicado sobre la función Sí, aplicando al bloque de celdas F10:F10 del cuadro de la ilustración 17, escribir en la celda F10 la instrucción y pulse la tecla [Intro]

|    | F  | G | H | I | J |
|----|--|---|---|---|---|
| 10 | =SI(E10>14;"Muy Buena";SI(Y(E10>=10;E10<=14);"Buena";"Multada")) |   |   |   |   |

Ilustración 17: escribiendo la función Si en la celda F10

A continuación, ubicándose en la celda F10 utilizando la combinación de las teclas [Control] [C] o arrastrando el mouse desde el borde inferior derecho de la celda F10 copie su contenido en las celdas F11:F14, el cuadro aparecerá como indica la ilustración 18.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|--|----------------|------------------------|---|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA              | PREMIO/CASTIGO                                    |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
|  | Muy Buena      | Mayor a 14.00          | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           | Verde       |                  |                  |
|  | Buena          | Entre 10.00-14.00      | No tiene premio                                   |           | Amarillo    |                  |                  |
|  | Multada        | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12,546.36      | 32.55                  | 15  | Muy Buena |             |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11,452.12      | 32.55                  | 8   | Multada   |             |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8,954.86       | 32.55                  | 10.01   | Buena     |             |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10,562.40      | 32.55                  | 9.15  | Multada   |             |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                |                        |   | Multada   |             |                  |                  |

Ilustración 18: cuadro con resultado de función Si en bloque de celdas F10:F14

## 1.5. CELDAS CON COLOR Y FORMATO CONDICIONAL

Ahora, para rellenar el fondo del grupo de celdas F10:F14, del color correspondiente al semáforo, arrastrar el mouse o utilizando las teclas [Shift] y [Flecha Abajo] seleccione el bloque de celdas F10:F14, luego hacer clic en la opción Inicio de la barra de menú y sucesivamente clic la barra de herramientas Formato condicional y Nueva regla, indicada en la ilustración 19, y, seguidamente, emergerá la ventana Nueva regla de formato; hacer clic en la opción, utilice una ecuación que determine las celdas para aplicar formato y en cuadro de texto Dar formato a los valores donde esta ecuación sea verdadera, escribir E10>14 (ver ilustración 20).

| FECHA          | TONELADAS CAÑA | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | CASTIGO | PAGAR |
|----------------|----------------|------------------------|-----------|-----------|-------------|---------|-------|
| 01/08/2016     | 12.546,36      | 32,55                  | 15        | Muy Buena |             |         |       |
| 02/08/2016     | 11.452,12      | 32,55                  | 8         | Multada   |             |         |       |
| 03/08/2016     | 8.954,86       | 32,55                  | 10,1      | Buena     |             |         |       |
| 04/08/2016     | 10.562,40      | 32,55                  | 9,15      | Multada   |             |         |       |
| <b>TOTALES</b> |                |                        |           | Multada   |             |         |       |

Ilustración 19: seleccionando bloque de celdas F10:F14, Formato condicional y Nueva regla

**Nueva regla de formato**

Seleccionar un tipo de regla:

- ▶ Aplicar formato a todas las celdas según sus valores
- ▶ Aplicar formato únicamente a las celdas que contengan
- ▶ Aplicar formato únicamente a los valores con rango inferior o superior
- ▶ Aplicar formato únicamente a los valores que estén por encima o por debajo del promedio
- ▶ Aplicar formato únicamente a los valores únicos o duplicados
- ▶ **Utilice una fórmula que determine las celdas para aplicar formato.**

Editar una descripción de regla:

Dar formato a los valores donde esta fórmula sea verdadera:

E10>14

Vista previa: Sin formato establecido [Formato...]

[Aceptar] [Cancelar]

Ilustración 20: la ventana Nueva regla de formato y escribiendo condición

Seguidamente, clic en el botón Formato que permitirá formatear el texto de la celda y rellenarla de color para el caso de que la condición dada sea verdadera, esto es si el valor de la celda E10 es mayor a 14. En la ilustración 20 e ilustración 21, pueden observarse la programación de formato de texto y relleno de la celda.

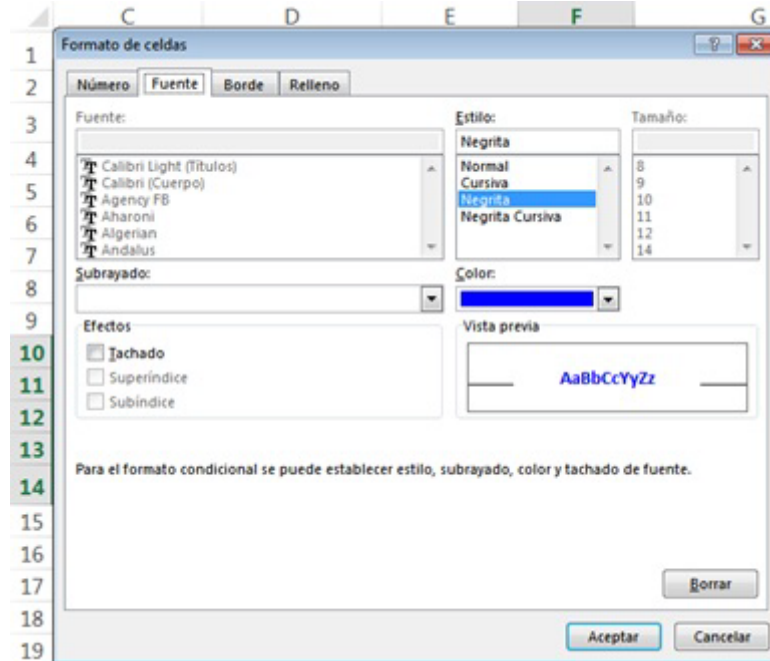


Ilustración 21: programando color de fuente para condición verdadera

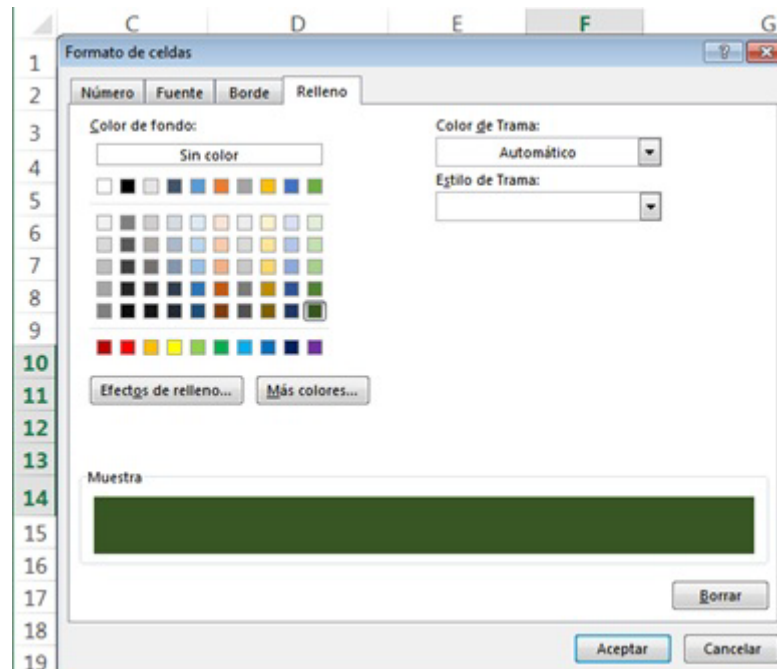


Ilustración 22: programando color de relleno para condición verdadera

Con el mouse, oprimir tecla Aceptar, tanto en la ventana actual Formato de celdas como en la siguiente ventana Nueva regla de formato. Ahora la tabla presenta las celdas

del rango F10:F14 pintadas de verde, pero solo aquellas cuyo valor del Pol%Caña tienen un valor mayor de 14, tal como puede observarse en la ilustración 23.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |           |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |           |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |           | Verde       |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |           | Amarillo    |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12,546.36         | 32.55   | 15        | Muy Buena |             |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11,452.12         | 32.55   | 8         | Multada   |             |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8,954.86          | 32.55   | 10.01     | Buena     |             |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10,562.40         | 32.55   | 9.15      | Multada   |             |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                   |   |           | Multada   |             |                  |                  |

Ilustración 23: programando color de relleno para calidad mayor a 14

Para programar el color de relleno para los valores de Pol%Caña entre 10,00-14,00 %, debe seguirse con el mismo procedimiento utilizado para valores mayor a 14. A continuación, breve resumen de los pasos a seguir.

Paso 1. Seleccionar rango de celdas F10:F14.

Paso 2. En la barra de menú, clic sucesivamente en opción Inicio, luego en Formato condicional y Nueva regla y, seguidamente, en Utilice una ecuación que determine las celdas para aplicar formato y, en cuadro de texto, Dar formato a los valores donde esta ecuación sea verdadera, escribir =Y(E10>=10; E10<=14) (ver ilustración 24).

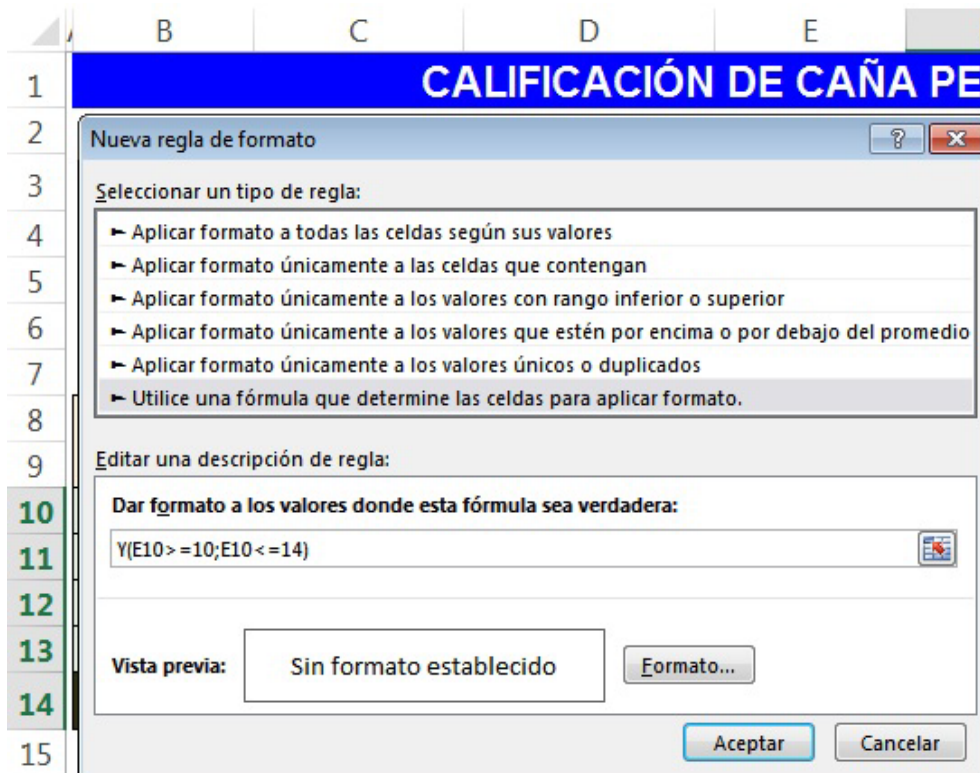


Ilustración 24: programando color de relleno para Pol%Caña entre valores de 10 - 14

Paso 3. Haciendo clic en la tecla Aceptar, programar relleno de celda y color de fuente, como indica ilustración 25. Luego, oprimir tecla Aceptar en las siguientes ventanas hasta ver el cuadro según ilustración 26.

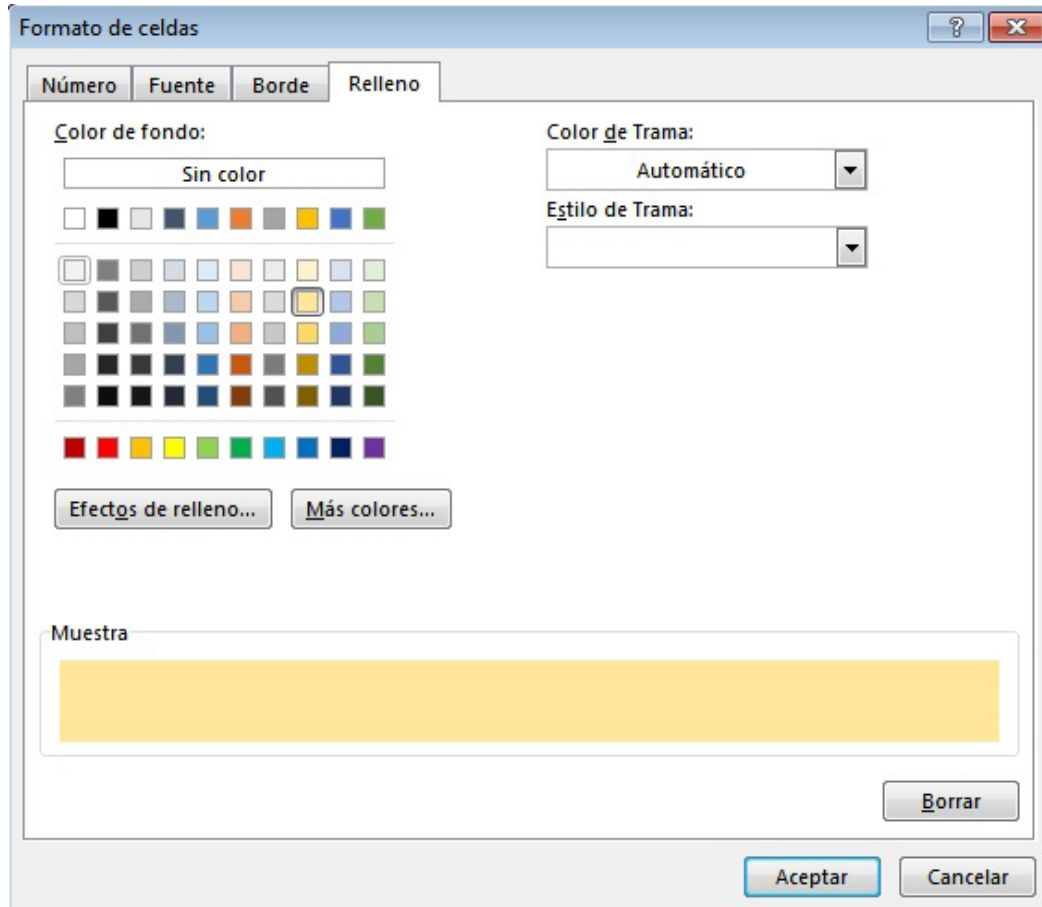


Ilustración 25: programando color de relleno y fuente para Pol%Caña entre valores de 10 - 14

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                   |   |           |           |             |                  |
|--|----------------|-------------------|---|-----------|-----------|-------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                   |   |           |           |             |                  |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |           | SEMÁFORO    |                  |
|  | Muy Buena      | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |           | Verde       |                  |
|  | Buena          | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |           | Amarillo    |                  |
|  | Multada        | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |           | Rojo        |                  |
| 8  | FECHA          | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO |
| 10   | 01/08/2016     | 12,546.36         | 32.55   | 15        | Muy Buena |             |                  |
| 11   | 02/08/2016     | 11,452.12         | 32.55   | 8         | Multada   |             |                  |
| 12   | 03/08/2016     | 8,954.86          | 32.55   | 10.01     | Buena     |             |                  |
| 13   | 04/08/2016     | 10,562.40         | 32.55   | 9.15      | Multada   |             |                  |
| 14   | <b>TOTALES</b> |                   |   |           | Multada   |             |                  |

Ilustración 26: programando color de relleno y fuente para Pol%Caña entre valores de 10 - 14

Para programar el color de relleno para los valores de Pol%Caña inferiores a 10,00, aplicar similar procedimiento para las dos condiciones explicadas. Una vez programada las tres condiciones, el cuadro podrá mostrarse como indica la ilustración 27.

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|--|----------------|------------------------|---|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA              | PREMIO/CASTIGO                                    |           |             | SEMÁFORO         |                  |
|  | Muy Buena      | Mayor a 14.00          | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |             | Verde            |                  |
|  | Buena          | Entre 10.00-14.00      | No tiene premio                                   |           |             | Amarillo         |                  |
|  | Multada        | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |             | Rojo             |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12,546.36      | 32.55                  | 15  | Muy Buena |             |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11,452.12      | 32.55                  | 8   | Multada   |             |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8,954.86       | 32.55                  | 10.01   | Buena     |             |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10,562.40      | 32.55                  | 9.15  | Multada   |             |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                |                        |   |           |             |                  |                  |

Ilustración 27: resultado de programación de tres condiciones para calidad de caña en función del Pol%Caña

Para el cálculo de las celdas correspondiente a la columna G etiquetada como 'SUBTOTAL', aplicar ecuación básica de multiplicación entre celdas, para esta operación multiplicar las toneladas de caña por el precio por tonelada; es decir, cada celda de la columna C por cada celda de la columna D. Proceder de la siguiente manera:

Paso 1. Ubicar el cursor en la celda G10.

Paso 2. Escribir en la celda G10 la siguiente ecuación= $C10*D10$ , como indica la ilustración 28, luego oprimir tecla [Intro].

|    | C              | D                      | E   | F         | G           |
|----|----------------|------------------------|---|-----------|-------------|
| 7  | Multada        | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |             |
| 8  | TONELADAS CAÑA | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ |
| 9  |                |                        |   |           |             |
| 10 | 12,546.36      | 32.55                  | 15  | Muy Buena | =C10*D10    |

Ilustración 28: escribiendo ecuación en celda G10

Paso 3. Copiar la ecuación de celda G10 en el rango de celda G11:G13. La ilustración 1.27 presenta el cuadro resultante.

Para el cálculo de las celdas de la columna H etiquetado como Premio/Castigo, al ser de cálculo condicionado habrá de utilizarse la función lógica Sí, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1. Ubicar el cursor en la celda H10.

Paso 2. Escribir en la celda H10 la siguiente función =SI(E10>14;0,98\*(E10- 14) \*C10; SI(Y(E10>=10; E10<=14);0; -0,98\*(10-E10) \*C10)), indicada en la ilustración 30; luego, oprimir tecla [Intro].

Paso 3. Copiar la ecuación de celda H10 en el rango de celda H11:G13. En la ilustración 29 puede verse el cuadro resultante.



| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |           |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |           |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |           | Verde       |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |           | Amarillo    |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12.546,36         | 32,55   | 15        | Muy Buena | 408.384,02  |                  |                  |
| 02/08/2016                                   | 11.452,12         | 32,55   | 8         | Multada   | 372.766,51  |                  |                  |
| 03/08/2016                                   | 8.954,86          | 32,55   | 10,1      | Buena     | 291.480,69  |                  |                  |
| 04/08/2016                                   | 10.562,40         | 32,55   | 9,15      | Multada   | 343.806,12  |                  |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                   |   |           | Multada   |             |                  |                  |

Ilustración 29: cuadro resultante con ecuación en rango de celdas G10:G13

| CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO  | TOTAL \$ A PAGAR |
|-----------|-------------|---|------------------|
| Muy Buena | 408.384,02  | =SI(E10>14;0,98*(E10-14)*C10;SI(Y(E10>=10;E10<=14);0;-0,98*(10-E10)*C10)) |                  |

Ilustración 30: escribiendo función lógica Si en la celda H10

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |           |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |           |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |           | Verde       |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |           | Amarillo    |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12.546,36         | 32,55   | 15        | Muy Buena | 408.384,02  | 12.295,43        |                  |
| 02/08/2016                                   | 11.452,12         | 32,55   | 8         | Multada   | 372.766,51  | -22.446,16       |                  |
| 03/08/2016                                   | 8.954,86          | 32,55   | 10,1      | Buena     | 291.480,69  | 0,00             |                  |
| 04/08/2016                                   | 10.562,40         | 32,55   | 9,15      | Multada   | 343.806,12  | -8.798,48        |                  |
| <b>TOTALES</b>                               |                   |   |           | Multada   |             |                  |                  |

Ilustración 31: cuadro resultante con función lógica en rango de celdas H10:H13

Los cálculos para las celdas de la columna etiquetada como 'TOTAL \$ A PAGAR', son realizados con ecuaciones básicas de suma entre celdas de las columnas SUBTOTAL y PREMIO/CASTIGO. Proceder con los siguientes pasos:

Paso 1. Ubicar el cursor en la celda I10.

Paso 2. Escribir en la celda I10 la siguiente ecuación =G10+H10, indicada en la ilustración 32, luego oprimir tecla [Intro].

Paso 3. Copiar la ecuación de celda I10 en el rango de celda I11:I13. Observar en la ilustración 33 el cuadro resultante.

|    | F                                   | G               | H               | I                 |
|----|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 7  | por Ton y por cada punto menor a 14 |                 | Rojo            |                   |
| 8  | <b>CALIDAD</b>                      | <b>SUBTOTAL</b> | <b>PREMIO /</b> | <b>TOTAL \$ A</b> |
| 9  |                                     | <b>\$</b>       | <b>CASTIGO</b>  | <b>PAGAR</b>      |
| 10 | Muy Buena                           | 408.384,02      | 12.295,43       | =G10+H10          |

Ilustración 32: escribiendo ecuación para sumar celdas G10 y H10 en la celda I10

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|--|----------------|------------------------|---|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                        |   |           |             |                  |                  |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA              | PREMIO/CASTIGO                                    |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
|  | Muy Buena      | Mayor a 14.00          | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           | Verde       |                  |                  |
|  | Buena          | Entre 10.00-14.00      | No tiene premio                                   |           | Amarillo    |                  |                  |
|  | Multada        | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12.546,36      | 32,55                  | 15  | Muy Buena | 408.384,02  | 12.295,43        | 420.679,45       |
| 02/08/2016                                   | 11.452,12      | 32,55                  | 8   | Multada   | 372.766,51  | -22.446,16       | 350.320,35       |
| 03/08/2016                                   | 8.954,86       | 32,55                  | 10,1  | Buena     | 291.480,69  | 0,00             | 291.480,69       |
| 04/08/2016                                   | 10.562,40      | 32,55                  | 9,15  | Multada   | 343.806,12  | -8.798,48        | 335.007,64       |
| <b>TOTALES</b>                               |                |                        |   | Multada   |             |                  |                  |

Ilustración 33: cuadro resultante con ecuación de suma de celdas en el rango de celdas I10:I13

Por último, para culminar con el diseño del cuadro, realizar los respectivos cálculos en cada una de las celdas que corresponde a la fila 14. Proceder como indica la siguiente sección.

### 1.6. LA FUNCIÓN MATEMÁTICA SUMA(RANGO\_CELDAS)

En la celda C14 debe sumarse los valores contenidos en el rango de celdas C10:C13, para ello utilizar la función matemática SUMA (rango\_celdas), ubicándose en la celda C14 y escribir la función =SUMA(C10:C13), indicada en la ilustración 34; oprimir tecla [Intro] y, como resultado, emergerá lo visto en la ilustración 35.

|    | B              | C                     | D                             | E                | F              |
|----|----------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|----------------|
| 8  | <b>FECHA</b>   | <b>TONELADAS CAÑA</b> | <b>PRECIO \$ POR TONELADA</b> | <b>POL %CAÑA</b> | <b>CALIDAD</b> |
| 9  |                |                       |                               |                  |                |
| 10 | 01/08/2016     | 12.546,36             | 32,55                         | 15               | Muy Buena      |
| 11 | 02/08/2016     | 11.452,12             | 32,55                         | 8                | Multada        |
| 12 | 03/08/2016     | 8.954,86              | 32,55                         | 10,1             | Buena          |
| 13 | 04/08/2016     | 10.562,40             | 32,55                         | 9,15             | Multada        |
| 14 | <b>TOTALES</b> | =SUMA(C10:C13)        |                               |                  | Multada        |
| 14 | <b>TOTALES</b> |                       |                               |                  | Multada        |

Ilustración 34: aplicando función matemática SUMA en la celda C14

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                   |   |           |           |             |                  |                  |
|--|-------------------|---|-----------|-----------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                   |   |           |           |             |                  |                  |
| CALIDAD                                      | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |           |           | SEMÁFORO    |                  |                  |
| Muy Buena                                    | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |           |           | Verde       |                  |                  |
| Buena  | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |           |           | Amarillo    |                  |                  |
| Multada                                      | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |           |           | Rojo        |                  |                  |
| FECHA  | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 01/08/2016                                   | 12.546,36         | 32,55   | 15        | Muy Buena | 408.384,02  | 12.295,43        | 420.679,45       |
| 02/08/2016                                   | 11.452,12         | 32,55   | 8         | Multada   | 372.766,51  | -22.446,16       | 350.320,35       |
| 03/08/2016                                   | 8.954,86          | 32,55   | 10,1      | Buena     | 291.480,69  | 0,00             | 291.480,69       |
| 04/08/2016                                   | 10.562,40         | 32,55   | 9,15      | Multada   | 343.806,12  | -8.798,48        | 335.007,64       |
| <b>TOTALES</b>                               | <b>43.515,74</b>  |   |           |           |             |                  |                  |

Ilustración 35: resultado de la función SUMA en la celda C14

En la celda D14, para el ejemplo, al ser el precio por tonelada una constante, solo debe digitarse el valor 32,55 en la celda mencionada.

### 1.7. APLICANDO PROMEDIOS PONDERADOS

Para proceder a calcular el valor de Pol%Caña en la celda E14, primero debe tenerse claro los conceptos y diferencias entre promedios aritméticos y promedios ponderados, términos estadísticos muy utilizados en la industria azucarera.

Promedio aritmético: Es la sumatoria de la característica todos los elementos del universo dividido para el número de elementos que lo constituyen, la ecuación matemática para el cálculo viene como:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \dots x_n}{n}$$

Donde  $\bar{x}$  = Promedio Aritmético

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \dots x_n &= \text{Característica de elemento} \\ n &= \text{Número de elementos} \end{aligned}$$

Ilustración 36: ecuación del Promedio Aritmético

Promedio ponderado: es la sumatoria del producto de la valoración del elemento por la característica del elemento. Entiéndase como valoración la importancia o peso que tiene el elemento dentro del universo. Su cálculo viene como:

$$\bar{x}_p = \frac{p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + p_3 \cdot x_3 + \dots + p_n \cdot x_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}$$

Donde  $\bar{x}_p$  = Promedio Ponderado

$$\begin{aligned} x_1, x_2, x_3, \dots, x_n &= \text{Característica de elemento} \\ p_1, p_2, p_3, \dots, p_n &= \text{Valoración o peso de elemento en el universo} \end{aligned}$$

Ilustración 37: ecuación del Promedio Ponderado

El ejemplo que a continuación se expone permite aclarar estos dos conceptos; por ejemplo, el departamento de elaboración dispone de 5 kilos de jugo mixto de 12 ° Brix y 600 kilos de meladura con 62 ° Brix, los cuales son mezclados. Calcular el ° Brix de la mezcla.

| Material   | Kilo | Brix |
|------------|------|------|
| Jugo Mixto | 5    | 12   |
| Meladura   | 600  | 62   |

Ilustración 38: mezcla de Materiales

Para el cálculo del Brix de la mezcla, la primera idea que vendría sería calcular el promedio aritmético, es decir:

$$\overline{Brix} = \frac{Brix_1 + Brix_2}{n}$$

$$\overline{Brix} = \frac{12 + 62}{2} = 37$$

Ilustración 39: ecuación y cálculo del Brix

Pero, analizando la ilustración 38, mezclar 5 kilos de un material con Brix de 12 con 600 kilos de otro material con 62 Brix y obtener un Brix promedio de 37 no es tan real, considerando las cantidades o kilos a mezclarse.

Para minimizar estas desviaciones, la industria azucarera generalmente utiliza para el cálculo de promedios la ecuación correspondiente a promedios ponderados que relaciona cantidades con características; para el ejemplo, el Brix promedio mediante promedios ponderados será:

$$\overline{Brix} = \frac{Kilo_1 * Brix_1 + Kilo_2 * Brix_2}{Kilo_1 + Kilo_2}$$

$$\overline{Brix} = \frac{5 * 12 + 600 * 62}{5 + 600} = 61.59$$

Ilustración 40: cálculo de Promedio Ponderado del Brix

El valor del Brix de 61.59 será más real y puede ser utilizado en el proceso azucarero. Entonces para el Pol%Caña de la celda E14 va a calcularse con base en promedios ponderados, para ello utilizar la función Excel SUMAPRODUCTO (matriz1, matriz2) que permite multiplicar valores entre conjunto de celdas y su resultado dividir por la suma de las valoraciones o pesos utilizando la función SUMA(rango). Las ilustraciones 41 y 42 muestran su aplicación y resultados.

|    | B              | C                | D                      | E   | F         | G           | H                | I                |
|----|----------------|------------------|------------------------|---|-----------|-------------|------------------|------------------|
| 5  |                | Muy Buena        | Mayor a 14.00          | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14     |           |             | Verde            |                  |
| 6  |                | Buena            | Entre 10.00-14.00      | No tiene premio                                     |           |             | Amarillo         |                  |
| 7  |                | Multada          | Menor 10.00            | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14   |           |             | Rojo             |                  |
| 8  | FECHA          | TONELADAS CAÑA   | PRECIO \$ POR TONELADA | POL %CAÑA   | CALIDAD   | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 10 | 01/08/2016     | 12.546,36        | 32,55                  | 15  | Muy Buena | 408.384,02  | 12.295,43        | 420.679,45       |
| 11 | 02/08/2016     | 11.452,12        | 32,55                  | 8   | Multada   | 372.766,51  | -22.446,16       | 350.320,35       |
| 12 | 03/08/2016     | 8.954,86         | 32,55                  | 10,1  | Buena     | 291.480,69  | 0,00             | 291.480,69       |
| 13 | 04/08/2016     | 10.562,40        | 32,55                  | 9,15  | Multada   | 343.806,12  | -8.798,48        | 335.007,64       |
| 14 | <b>TOTALES</b> | <b>43.515,74</b> | <b>32,55</b>           | <b>=SUMAPRODUCTO(C10:C13;E10:E13)/SUMA(C10:C13)</b> |           |             |                  |                  |

Ilustración 41: calculando promedio ponderado en la celda E14

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                   |   |              |              |             |                  |                  |
|--|----------------|-------------------|---|--------------|--------------|-------------|------------------|------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                   |   |              |              |             |                  |                  |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |              |              | SEMÁFORO    |                  |                  |
| 5  | Muy Buena      | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |              |              | Verde       |                  |                  |
| 6  | Buena          | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |              |              | Amarillo    |                  |                  |
| 7  | Multada        | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |              |              | Rojo        |                  |                  |
| 8  | FECHA          | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA    | CALIDAD      | SUBTOTAL \$ | PREMIO / CASTIGO | TOTAL \$ A PAGAR |
| 10   | 01/08/2016     | 12.546,36         | 32,55   | 15           | Muy Buena    | 408.384,02  | 12.295,43        | 420.679,45       |
| 11   | 02/08/2016     | 11.452,12         | 32,55   | 8            | Multada      | 372.766,51  | -22.446,16       | 350.320,35       |
| 12   | 03/08/2016     | 8.954,86          | 32,55   | 10,1         | Buena        | 291.480,69  | 0,00             | 291.480,69       |
| 13   | 04/08/2016     | 10.562,40         | 32,55   | 9,15         | Multada      | 343.806,12  | -8.798,48        | 335.007,64       |
| 14   | <b>TOTALES</b> | <b>43.515,74</b>  | <b>32,55</b>                                      | <b>10,73</b> | <b>Buena</b> |             |                  |                  |

Ilustración 42: resultado de promedio ponderado en la celda E14

Nótese que el semáforo de la celda E14 y el relleno de la celda F14 cambian de color, debido a que, para esta acción, estas celdas fueron programadas anteriormente.

Los totales en las celdas G14, H14 e I14 son calculados con la función SUMA(rango), sus resultados son presentado en la ilustración 43

| CALIFICACIÓN DE CAÑA PESADA EN BASE POL%CAÑA |                |                   |   |              |              |                     |                   |                     |
|--|----------------|-------------------|---|--------------|--------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| CRITERIOS PARA CALIFICACIÓN Y PAGO DE CAÑA   |                |                   |   |              |              |                     |                   |                     |
|  | CALIDAD        | POL %CAÑA         | PREMIO/CASTIGO                                    |              |              | SEMÁFORO            |                   |                     |
| 5  | Muy Buena      | Mayor a 14.00     | Más \$ 0,98 por Ton y por cada punto mayor a 14   |              |              | Verde               |                   |                     |
| 6  | Buena          | Entre 10.00-14.00 | No tiene premio                                   |              |              | Amarillo            |                   |                     |
| 7  | Multada        | Menor 10.00       | Menos \$ 0,98 por Ton y por cada punto menor a 14 |              |              | Rojo                |                   |                     |
| 8  | FECHA          | TONELADAS CAÑA    | PRECIO \$ POR TONELADA                            | POL %CAÑA    | CALIDAD      | SUBTOTAL \$         | PREMIO / CASTIGO  | TOTAL \$ A PAGAR    |
| 10   | 01/08/2016     | 12.546,36         | 32,55   | 15           | Muy Buena    | 408.384,02          | 12.295,43         | 420.679,45          |
| 11   | 02/08/2016     | 11.452,12         | 32,55   | 8            | Multada      | 372.766,51          | -22.446,16        | 350.320,35          |
| 12   | 03/08/2016     | 8.954,86          | 32,55   | 10,1         | Buena        | 291.480,69          | 0,00              | 291.480,69          |
| 13   | 04/08/2016     | 10.562,40         | 32,55   | 9,15         | Multada      | 343.806,12          | -8.798,48         | 335.007,64          |
| 14   | <b>TOTALES</b> | <b>43.515,74</b>  | <b>32,55</b>                                      | <b>10,73</b> | <b>Buena</b> | <b>1.416.437,34</b> | <b>-18.949,20</b> | <b>1.397.488,14</b> |

Ilustración 43: resultado final

## 1.8. ECUACIONES PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA Y SU APLICACIÓN EN EXCEL

Las unidades de medida utilizados en los cálculos de la industria azucarera generalmente están en base al sistema internacional de medidas (SI) con el metro, kilogramo y segundo como unidades de medida para la longitud, peso y tiempo, respectivamente; y el sistema inglés con la pulgada y pie como unidades de medida para la longitud, la libra como unidad de medida para el peso y el segundo como unidad de medida para el tiempo. Una unidad de medida para peso de gran uso en los cálculos de la industria azucarera es la tonelada métrica que es unidad de medida aceptada por el SI.

$$\text{Pureza} = 100 * \frac{\text{Pol}}{\text{Brix}}$$

*Ecuación 1: ecuación de la Pureza de Material Azucarero*

$$\text{Peso Caa} + \text{Peso Agua Imbibición} = \text{Peso Jugo Mixto} + \text{Peso Bagazo}$$

*Ecuación 2: ecuación fundamental para el Control de Molinos*

$$\text{Peso Brix Material Azucarero} = \text{Peso Material Azucarero} * \text{Brix}/100$$

*Ecuación 3: Peso Brix de Material Azucarero*

$$\text{Peso Pol Material Azucarero} = \text{Peso Material Azucarero} * \text{Pol}/100$$

*Ecuación 4: Peso Pol de Material Azucarero*

$$\text{Peso Jugo Mixto Neto} = \text{Peso Jugo Mixto Bruto} - \text{Peso Slidos Insolubles Jugo Mixto}$$

*Ecuación 5: Peso Jugo Mixto Neto*

$$\% \text{Extraccion Pol} = 100 * \frac{\text{Peso de Pol Jugo Mixto}}{\text{Peso de Pol Caa}}$$

*Ecuación 6: %Extracción Pol*

$$\text{Peso de Pol Jugo Mixto} = \text{Peso Jugo Mixto Neto} * \text{Pol Jugo Mixto}/100$$

*Ecuación 7: Peso de Pol Jugo Mixto*

$$\text{Peso de Pol Caa} = \text{Peso de Pol Jugo Mixto} + \text{Peso de Pol Bagazo}$$

*Ecuación 8: Peso de Pol caña*

$$\text{Peso de Pol Bagazo} = \text{Peso de Bagazo} * \text{Pol Bagazo}/100$$

*Ecuación 9: Peso de Pol Bagazo*

$$\text{Peso Bagazo} = \text{Peso Caa} + \text{Peso Agua Imbibición} - \text{Peso Jugo Mixto Bruto}$$

*Ecuación 10: Peso de Bagazo*

$$\text{Pol}\% \text{Caa} = 100 * \frac{\text{Peso de Pol Caa}}{\text{Peso Caa}}$$

*Ecuación 11: Pol%Caña*

$$Fibra\%Caa = 100 * \frac{Peso\ Fibra\ Caa + Peso\ Insolubles\ Jugo\ Mixto}{Peso\ Caa}$$

Ecuación 12: Fibra%Caña

$$Peso\ Fibra\ Caa = Peso\ de\ Bagazo - Peso\ Humedad\ Bagazo - Peso\ Brix\ Bagazo$$

Ecuación 13: Peso Fibra Caña

$$Peso\ Humedad\ Bagazo = Peso\ de\ Bagazo * Brix\ Bagazo/100$$

Ecuación 14: Peso Humedad Bagazo

$$Peso\ Brix\ Bagazo = Peso\ de\ Bagazo * Brix\ Bagazo/100$$

Ecuación 15: Peso Brix Bagazo

$$Brix\ Bagazo = \frac{Pol\ Bagazo * Brix\ Jugo\ Residual}{Pol\ Jugo\ Residual}$$

Ecuación 16: Brix Bagazo

$$Peso\ Insolubles\ Jugo\ Mixto = Peso\ Jugo\ Mixto\ Bruto * \%Insolubles\ Jugo\ Mixto/100$$

Ecuación 17: Peso Insolubles Jugo Mixto

$$Peso\ Jugo\ Absoluto = Peso\ Caa - Peso\ Fibra\ Caa$$

Ecuación 18: Peso Jugo Absoluto

$$Brix\ de\ Jugo\ Absoluto = 100 * \frac{Peso\ Brix\ Jugo\ Mixto + Peso\ Brix\ Bagazo}{Peso\ Jugo\ Absoluto}$$

Ecuación 19: Brix de Jugo Absoluto

$$Peso\ Brix\ Jugo\ Mixto = Peso\ Jugo\ Mixto\ Neto * Brix\ Jugo\ Mixto/100$$

Ecuación 20: Peso Brix Jugo Mixto

$$Pol\ de\ Jugo\ Absoluto = 100 * \frac{Peso\ de\ Pol\ Jugo\ Mixto + Peso\ de\ Pol\ Bagazo}{Peso\ Jugo\ Absoluto}$$

Ecuación 21: Pol de Jugo Absoluto

$$Peso\ del\ Jugo\ Absoluto\ o\ Extrado = 100 * \frac{Peso\ Brix\ Jugo\ Mixto}{Brix\ de\ Jugo\ Absoluto}$$

Ecuación 22: Peso del Jugo Absoluto Extraído

$$Extraccion\ del\ Jugo\ Absoluto\ \%Caa = 100 * \frac{Peso\ del\ Jugo\ Absoluto\ Extraido}{Peso\ Caa}$$

Ecuación 23: Extracción del Jugo Absoluto %Caña

$$Peso\ del\ Jugo\ Absoluto\ en\ el\ Bagazo = 100 * \frac{Peso\ Brix\ Bagazo}{Brix\ de\ Jugo\ Absoluto}$$

Ecuación 24: Peso del Jugo Absoluto en el Bagazo

$$\%Extraccion Reducida = 100 - \frac{(100 - \%Extraccion de Pol) * (100 - Fibra\%Caa)}{7 * Fibra\%Caa}$$

*Ecuación 25: %Extracción Reducida*

$$Fibra\%Bagazo = 100 * \frac{Peso de Fibra Caa}{Peso de Bagazo}$$

*Ecuación 26: Fibra% Bagazo*

$$BAGazo\%Caa = 100 * \frac{Peso de Bagazo}{Peso Caa}$$

*Ecuación 27: Bagazo% caña*

$$Cachaza\%Caa = 100 * \frac{Peso de Cachaza}{Peso Caa}$$

*Ecuación 28: Cachaza% caña*

$$\%Extraccion Jugo Diluido = 100 * \frac{Peso Jugo Mixto Neto}{Peso Caa}$$

*Ecuación 29: %Extracción Jugo Diluido*

$$Imbibición\%Caa = 100 * \frac{Peso Agua Imbibición}{Peso Caa}$$

*Ecuación 30: Imbibición%Caña*

El principal objetivo que persiguen las industrias azucareras está centralizado en la recuperación de la sacarosa o Pol que ingresa con la caña a la fábrica en un periodo determinado, anotando que la sacarosa o Pol en la caña es cuantificado una vez que la caña ingresa al proceso de producción, advirtiéndose entonces que no se contabiliza la sacarosa o Pol que pudo haber perdido la caña en los procesos de quema, corte, alza y transporte.

El peso de Pol caña, calculado con ecuación 8, también puede ponerse en función de los materiales azucareros producidos en el departamento o sección de elaboración, expresándose de la siguiente forma:

$$Peso de Pol Caa = Peso de Pol Cachaza + Peso de Pol Bagazo + Peso de Pol Azucar + Peso de Pol Miel Final + Peso de Pol Indeterminado$$

*Ecuación 31: Peso de Pol caña*

$$Peso de Pol Cachaza = Peso Cachaza * Pol Cachaza/100$$

*Ecuación 32: Peso de Pol Cachaza*

*Peso de Pol Bagazo definido en la Fórmula 9*

$$Peso de Pol Azucar Hecho = Peso de Azucar Hecho * Pol de Azucar Hecho/100$$

*Ecuación 33: Peso de Pol Azúcar Hecho*



$$\text{Peso de Pol Azucar} = \text{Peso de Pol Azúcar} + \text{Peso de Pol Recobra en Stock}$$

*Ecuación 34: Peso de Pol Azúcar*

De la ecuación 34, el peso de Pol azúcar hecho está referido a la azúcar producida en el periodo sobre el cual se realiza el balance. El peso de Pol recobra en stock está referido a la sumatoria de los pesos Pol que pueden recuperarse de los materiales azucareros del periodo, los mismos que se encuentran en los diferentes depósitos o contenedores de la fábrica tales como cristalizadores, tachos, evaporadores, tanques de jugos, tolvas de azúcar, etc. Conviene aclarar que los materiales azucareros que se encuentran en los diferentes depósitos y contenedores, del peso Pol total que contiene, solo una parte se lograra recuperar como azúcar producida, lo que constituye como se indicó en el párrafo anterior, el peso de Pol recobra en stock. La diferencia de peso Pol restante de los materiales azucareros irán a constituir el peso Pol de miel final en stock como podrá observarse más adelante.

Universalmente, al peso Pol recobra en stock también se le denomina como peso Pol estimado y al peso Pol de la miel final en stock como peso Pol de la miel final estimado. El cálculo del peso Pol recobra en stock es obtenido multiplicando el modelo matemático denominado SJM por el peso Pol total en stock, quedando definido como:

$$\text{Peso de Pol Recobra en Stock} = \text{Peso Pol Total Stock} + \text{SJM}$$

*Ecuación 35: Peso de Pol Recobra en Stock*

$$\text{Pesopoltotalstock} = \sum \text{Pol Material Stock}_i * \text{Peso Material Stock}_i / 100$$

*Ecuación 36: Peso Pol Total Stock*

$$\text{SJM} = \frac{\text{Pureza Azucar}(\text{Pureza Material Azucarero Azucar Stock} - \text{Pureza Miel Final})}{\text{Pureza Material Azucarero Stock}(\text{Pureza Azucar} - \text{Pureza Miel Final})}$$

*Ecuación 37: SJM*

Las purezas del azúcar, material azucarero stock y miel final, pueden ser calculados con la ecuación 1.

$$\text{Peso de Pol Miel Final Hecho} = \text{Peso Miel Final Hecho} * \text{Pol Miel Final Hecho} / 100$$

*Ecuación 38: Peso de Pol Miel Final Hecho*

$$\text{Peso de Pol Miel Final} = \text{Peso Pol Miel Final Hecho} + \text{Peso de Pol Miel Final en Stock}$$

*Ecuación 39: Peso de Pol Miel Final*

De la ecuación 39, el peso de Pol Miel Final hecho es la cantidad de miel final producida en el periodo sobre el cual se realiza el balance. El peso de Pol Miel Final en stock está referido a la sumatoria de los pesos Pol remanentes que quedan luego de recuperar el peso Pol que posteriormente pasara a ser parte del azúcar producido.

$$\begin{aligned} & \text{Peso de Pol Miel Final en Stock} \\ & = \text{Peso Pol Total en Stock} - \text{Peso Pol Recobra en Stock} \end{aligned}$$

*Ecuación 40: Peso de Pol Miel Final en Stock*

En condiciones ideales en el balance del peso de Pol caña, debería incluir solo los pesos de Pols de la cachaza, bagazo, azúcar y miel final; sin embargo, en la realidad, debido a varios factores del proceso, entre ellos los procesos térmicos acompañados con el control de pH, afectan a cierta cantidad de Pol de los materiales azucareros, destruyéndolo o invirtiéndolo en azúcares reductores que pasarán a ser parte de lo que en la industria azucarera es conocida como peso de Pol indeterminado. También forma parte de este Pol indeterminado las pérdidas de Pol de derrames en la fábrica, fugas de materiales azucareros por defectos en el funcionamiento de las bombas, los arrastres de azúcar en los vapores de equipos al vacío, arrastre de azúcar en aguas residuales, pérdidas de azúcar en el lavado de la caña, pérdidas de Pol por inversión debido a controles defectuosos del pH en los procesos, pérdidas de sacarosa por inversión de los materiales azucareros en los diferentes contenedores de la fábrica a causa de tiempos largos de parada de molienda, pérdida de azúcar por contaminación en agua de calderas, pérdidas de sacarosa en procesos de concentración, ya que al concentrar la sacarosa también se concentra los iones hidrógeno, aumentando la acidez que provocará inversión, etc.

Entonces, para el cálculo del peso de Pol indeterminado, debe utilizar el peso de Pol caña indicado en la ecuación 8, quedando su determinación de la siguiente forma:

*Peso de Pol Indeterminado*

$$= \text{Peso de pol Caa} - (\text{Peso de Pol Cachaza} + \text{Peso de Pol Bagazo} + \text{Peso e Pol Azucar} + \text{Peso de Pol Miel Final})$$

*Ecuación 41: Peso de Pol Indeterminado*

Una vez conocidos los diferentes pesos Pol que constituyen el peso del Pol caña, es factible plasmar el balance de Pol o sacarosa periodo en funciones del peso de la caña en porcentaje, peso de Pol caña en porcentaje y del peso de Pol de jugo mixto en porcentaje, tal como indican las ilustraciones 44, 45 y 46.

| MATERIAL               | PESO POL  | %CAÑA   |
|------------------------|---|---|
| MIEL FINAL             | Peso de Pol Miel Final (Fórmula 31)                                     | $100 * \frac{\text{Peso de pol Miel Final}}{\text{Peso Caa}}$       |
| CACHAZA                | Peso de Pol Cachaza (Fórmula 26)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Cachaza}}{\text{Peso Caa}}$          |
| INDETERMINADOS         | Peso de Pol Indeterminados (Fórmula 33)                                 | $100 * \frac{\text{Peso de pol Indeterminados}}{\text{Peso Caa}}$   |
| TOTAL PÉRDIDAS FÁBRICA | Sumar peso de poles miel final, cachaza e indeterminados                | Sumar % caña de miel final, cachaza e indeterminados                |
| BAGAZO                 | Peso de Pol Bagazo (Fórmula 9)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Bagazo}}{\text{Peso Caa}}$           |
| TOTAL PÉRDIDAS INGENIO | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados y bagazo         | Sumar % caña de miel final, cachaza indeterminados y bagazo         |
| RECOBRA EN AZÚCAR      | Peso de pol azúcar (Fórmula 27)   | $100 * \frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso Caa}}$            |
| TOTALES                | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar | Sumar % caña de miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar |

*Ilustración 44: balance de Pol%Caña*

**Nota:** el valor TOTALES de la columna % caña debe coincidir con el valor con el valor de Pol%Caña calculado con la ecuación 11.

| MATERIAL               | PESO POL  | %POL CAÑA  |
|------------------------|---|--|
| MIEL FINAL             | Peso de Pol Miel Final (Fórmula 31)                                     | $100 * \frac{\text{Peso de pol Miel Final}}{\text{Peso de pol Caa}}$     |
| CACHAZA                | Peso de Pol Cachaza (Fórmula 26)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Cachaza}}{\text{Peso de pol Caa}}$        |
| INDETERMINADOS         | Peso de Pol Indeterminados (Fórmula 33)                                 | $100 * \frac{\text{Peso de pol Indeterminados}}{\text{Peso de pol Caa}}$ |
| TOTAL PÉRDIDAS FÁBRICA | Sumar peso de poles miel final, cachaza e indeterminados                | Sumar % pol caña de miel final, cachaza e indeterminados                 |
| BAGAZO                 | Peso de Pol Bagazo (Fórmula 9)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Bagazo}}{\text{Peso de pol Caa}}$         |
| TOTAL PÉRDIDAS INGENIO | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados y bagazo         | Sumar % pol caña de miel final, cachaza indeterminados y bagazo          |
| RECOBRA EN AZÚCAR      | Peso de pol azúcar (Fórmula 27)   | $100 * \frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso de pol Caa}}$          |
| TOTALES                | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar | Sumar % pol caña de miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar  |

Ilustración 45: balance de Pol%Caña

**Nota:** los valores TOTALES de la columna PESO POL deben ser igual al valor obtenido con la ecuación 8. Los valores TOTALES de la columna %POLCAÑA debe ser igual a 100.

| MATERIAL               | PESO POL   | %POL JUGO MIXTO   |
|------------------------|--|---|
| MIEL FINAL             | Peso de Pol Miel Final (Fórmula 31)                              | $100 * \frac{\text{Peso de pol Miel Final}}{\text{Peso de pol Jugo mixto}}$     |
| CACHAZA                | Peso de Pol Cachaza (Fórmula 26)                                 | $100 * \frac{\text{Peso de pol Cachaza}}{\text{Peso de pol Jugo mixto}}$        |
| INDETERMINADOS         | Peso de Pol Indeterminados (Fórmula 33)                          | $100 * \frac{\text{Peso de pol Indeterminados}}{\text{Peso de pol Jugo mixto}}$ |
| TOTAL PÉRDIDAS FÁBRICA | Sumar peso de poles miel final, cachaza e indeterminados         | Sumar % pol Jugo mixto de miel final, cachaza e indeterminados                  |
| BAGAZO                 |  |   |
| TOTAL PÉRDIDAS INGENIO | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados y bagazo  | Sumar % pol Jugo mixto de miel final, cachaza e indeterminados                  |
| RECOBRA EN AZÚCAR      | Peso de pol azúcar (Fórmula 27)                                  | $100 * \frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso de pol Jugo mixto}}$          |
| TOTALES                | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados, y azúcar | Sumar % pol Jugo mixto de miel final, cachaza indeterminados, y azúcar          |

Ilustración 46: balance de POL% Pol Jugo Mixto

**Nota:** en este último balance no se considera el bagazo, ya que se realiza a partir del jugo mixto que es el material que ingresa a fábrica. El valor TOTALES de la columna %POL JUGO MIXTO debe sumar 100.

Otro indicador de gran importancia en la industria azucarera es aquel conocido como eficiencia de casa de calderas. Este número indica, a partir del Pol jugo mixto, el porcentaje de Pol real recobrado en relación con el Pol teórico a recobrarse; es decir, hasta qué punto el rendimiento en azúcar real se aproxima al rendimiento teórico. La eficiencia de casa de calderas puede expresarse con base en la ecuación del Winter y Carp, este caso será la eficiencia de casa de calderas Winter y Carp. y su ecuación es:

$$\text{Eficiencia de casa de calderas Wyc} = \frac{\text{Peso del Pol Azucar}}{\text{Peso de Pol Jugo Mixto}} * \text{GNE} \cdot 1.4^{-\frac{40}{\text{Pureza Jugo Mixto}}}$$

Ecuación 42: Eficiencia de Casa de Calderas Winter y Carp.

Donde GNE es el granulado normal equivalente y viene predeterminado en tablas tal como indica la ilustración 1; pero, para ello, es necesaria la pureza del azúcar. Así, por ejemplo, si la pureza del azúcar es 99,4, el GNE será 99,76.

| Pza Azúcar | 0.0   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 0.9   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 95         | 97.89 | 97.93 | 97.98 | 98.02 | 98.07 | 98.11 | 98.16 | 98.20 | 98.25 | 98.29 |
| 96         | 98.33 | 98.37 | 98.42 | 98.46 | 98.51 | 98.55 | 98.59 | 98.63 | 98.67 | 98.70 |
| 97         | 98.76 | 98.80 | 98.85 | 98.89 | 98.94 | 98.99 | 99.02 | 99.05 | 99.10 | 99.14 |
| 98         | 99.18 | 99.22 | 99.26 | 99.30 | 99.35 | 99.39 | 99.44 | 99.48 | 99.52 | 99.56 |
| 99         | 99.60 | 99.64 | 99.68 | 99.72 | 99.76 | 99.80 | 99.84 | 99.88 | 99.92 | 99.96 |

Ilustración 47: granulado Normal Equivalente (GNE)

Autor: Tabla tomada del Manual de Azúcar de Caña, de James, C.P. Chen, Página 1015

La eficiencia de casa de calderas también es expresada con base en el modelo SJM o Deerr, este caso será la eficiencia de casa de calderas SJM y su ecuación es:

$$\text{Eficiencia de Casa de Calderas SJM} = 100 * \frac{\text{Peso de Pol Azucar}}{\text{Peso de Pol Jugo Mixto}} \cdot \frac{S(J - M)}{J(S - M)}$$

Ecuación 43: eficiencia de Casa de Calderas SJM

Donde, S = Pureza del azúcar

J = Pureza del jugo mixto M = Pureza de la miel final

En el cálculo de gran parte de las ecuaciones del 1 a la 43 solo es necesario información o datos de laboratorio y/o fábrica; para las ecuaciones restantes, sus cálculos son complementados con los resultados obtenidas de las primeras mencionadas.

El siguiente ejemplo, con base en la información o datos recogidos de laboratorio y fábrica, presenta el uso de las ecuaciones indicadas y los cálculos correspondientes hasta terminar en la correspondiente eficiencia de casa de calderas.

| DATOS DE LABORATORIO Y FÁBRICA |  |                  |         |       |                    |      |
|--------------------------------|--|------------------|---------|-------|--------------------|------|
| Período                        | Desde Inicio de Zafra a fin de semana Ciudad |                  |         |       |                    |      |
| Fecha Inicial                  | Inicio de Zafra                              | 11 de Julio 2016 |         |       |                    |      |
| Fecha Final                    | Fin de Zafra                                 | 17 de Julio 2016 |         |       |                    |      |
| MATERIAL                       | UNIDAD                                       | VALOR            | ORIGEN  |       |                    |      |
| Caña Molida                    | Tonelada                                     | 68.000           | Lab.    |       |                    |      |
| Agua de Imbición               | Tonelada                                     | 12.920           | Fábrica |       |                    |      |
| Jugo Mixto Bruto               | Tonelada                                     | 61.200           | Fábrica |       |                    |      |
| Cachaza                        | Tonelada                                     | 2.720            | Fábrica |       |                    |      |
| Producción Miel Final          | Galón  | 340.000          | Fábrica |       |                    |      |
| Producción Azúcar              | Saco 50 Kg.                                  | 130.548          | Fábrica |       |                    |      |
| ANÁLISIS                       | Brix   | Pol              | Pureza  | Hum.  | Insolubles         |      |
|                                | %  | %                | %       | %     | %                  |      |
| Jugo Mixto                     | 15,35  | 13,15            | 85,67   |       | 0,12               | Lab. |
| Jugo Residual                  | 5,25   | 3,90             | 74,29   |       |                    | Lab. |
| Bagazo                         |  | 2,02             |         | 49,95 |                    | Lab. |
| Cachaza                        |  | 1,95             |         | 70,25 |                    | Lab. |
| Azúcar                         |  | 99,59            |         | 0,04  |                    | Lab. |
| Miel Final                     | 86,12  | 27,50            | 31,95   |       |                    | Lab. |
| STOCK FÁBRICA                  | Brix   | Pol              | Pureza  | Temp. | Volumen            |      |
|                                | %  | %                | %       | °C    | Metro <sup>3</sup> |      |
| Jugo Clarificado               | 15,00  | 13,10            | 87,33   | 80,00 | 1.250              | Lab. |
| Meladura                       | 60,00  | 52,96            | 88,27   | 70,00 | 750                | Lab. |
| Masa A                         | 90,00  | 77,14            | 85,71   | 75,00 | 115                | Lab. |
| Miel A                         | 70,00  | 50,43            | 72,04   | 65,00 | 85                 | Lab. |

Ilustración 48: Cálculos para Ingenios Azucareros

## 1.9. EJEMPLO PRÁCTICO

### CÁLCULO DE%EXTRACCIÓN POL

Aplicando las ecuaciones analizadas en el punto 1.8, se procede a utilizar la 6,7,5,17,8,9 y 10 para el cálculo del Pol:

$$\text{Peso Insolubles Jugo Mixto} = 61.200 * 0,12 / 100 = 73,44 \text{ ton}$$

$$\text{Peso Jugo Mixto Neto} = 61.200 - 73,44 = 61.126,56 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol Jugo Mixto} = 61.126,56 * 13,15 / 100 = 8.038,14 \text{ ton}$$

$$\text{Peso Bagazo} = 68.000 + 12.920 - 61.126,56 = 19.720,00 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol Bagazo} = 19.720,00 * 2,02/100 = 398,34 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol Caa} = 8.038,14 + 398,34 = 8.436,48 \text{ ton}$$

$$\% \text{Extracción Pol} = 100 * 8.038,14/8.436,48 = 95,28\%$$

### CÁLCULO DE FIBRA%CAÑA

Aplicando las ecuaciones analizadas en el punto 1.8, se procede a utilizar la 12, 13, 14, 15 y 16 para el cálculo de Fibra%Caña:

$$\text{Peso Humedad Bagazo} = 19.720,00 * 49,95/100 = 9.850,14 \text{ ton}$$

$$\text{Brix Bagazo} = 2,02 * 5,25/3,9 = 2,72 \%$$

$$\text{Peso Brix Bagazo} = 19.720,00 * 2,72/100 = 536,23 \text{ ton}$$

$$\text{Peso Fibra Caa} = 19.720,00 - 9.850,14 - 536,23 = 9.333,63 \text{ ton}$$

$$\text{Fibra\%Caa} = 100 * (9.333,63 + 73,44) / 68.000 = 13,83 \%$$

### CÁLCULO POL%CAÑA

Aplicando la ecuación número 12:

$$\text{POL \%CAA} = 100 * 8.436,48/68.000 = 12,4065 \%$$

### CÁLCULO% EXTRACCIÓN REDUCIDA

Aplicando la ecuación 25:

$$\text{\%Extracción reducida} = 100 - (100 - 95,28) * (100 - 13,83) / (7 * 13,83) = 95,80 \%$$

### CÁLCULO% EXTRACCIÓN JUGO ABSOLUTO% CAÑA

Aplicando las ecuaciones 23, 22, 20, 19 y 18:

$$\text{Peso jugo absoluto} = 68.000 - 9.333,63 = 58.666,37 \text{ ton}$$

$$\text{Peso Brix jugo mixto} = 61.126,56 * 15,35/100 = 9.382,93 \text{ ton}$$

$$\text{Brix de jugo absoluto} = 100 * (9.382,93 + 536,23) / 58.666,37 = 16,91 \%$$

$$\text{Peso de Jugo Absoluto Extraído} = 100 * 9.382,93/16,91 = 55.494,85 \text{ ton}$$

$$\text{Extracción del Jugo Absoluto \%Caa} = 100 * 55.494,85/68.000 = 81,61 \%$$

**CÁLCULO FIBRA% BAGAZO**

De la ecuación 26:

$$\text{Fibra \%Bagazo} = 100 * 9.333, 63/19, 720.00 = 47, 33 \%$$

**CÁLCULO BAGAZO% CAÑA**

De la ecuación 27:

$$\text{Bagazo \%Caa} = 100 * 19, 720.00/68, 000 = 29, 00 \%$$

**CÁLCULO CACHAZA% CAÑA**

De la ecuación 28:

$$\text{Cachaza \%Caña} = 100 * 2.720/68, 000 = 4, 00 \%$$

**CÁLCULO% EXTRACCIÓN JUGO DILUIDO**

De la ecuación 29:

$$\text{\%Extracción Jugo Diluido} = 100 * 61.126.56/68.000 = 89, 89 \%$$

**CÁLCULO IMBIBICIÓN% CAÑA**

De la ecuación 30:

$$\text{Imbibición \%Caña} = 100 * 12.920/68.000 = 19, 00 \%$$

## CÁLCULO DE PESO POL CAÑA

De las ecuaciones 31, 32, 9, 33, 34 y 39

$$\text{Peso de Pol Cachaza} = 2.720 * 1,95/100 = 53,04 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol Bagazo} = 19.720,00 * 2,02/100 = 398,34 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol Azúcar Hecho} = \text{Scs50kg.} * 50 * \text{Pol azúcar hecho}/100.000$$

$$\text{Peso de Pol Azúcar Hecho} = 130.548 * 50 * 99.59/100.000 = 6.500,64 \text{ ton}$$

## CÁLCULO DE PESO DE POL RECOBRA EN STOCK

Uno de los métodos universales para el cálculo de peso de Pol recobrado en stock es mediante la utilización de la ecuación de Deerr conocida como SJM. Este modelo con base en purzas del azúcar, miel final y materiales que se encuentran como stock en los diferentes contenedores de la fábrica al momento del balance, determina el porcentaje de Pol o sacarosa de esos materiales que pueden ser recuperados como azúcar.

Para proceder con el cálculo, para el ejemplo, los datos de laboratorio indican las cantidades y análisis de los materiales encontrados en los contenedores de fábrica al momento del balance, según ilustración 49.

| STOCK FÁBRICA    | Brix<br>% | Pol<br>% | Pureza<br>% | Temperatura<br>°C | Volumen<br>Metro <sup>3</sup> |
|------------------|-----------|----------|-------------|-------------------|-------------------------------|
| Jugo Clarificado | 15,00     | 13,10    | 87,33       | 80                | 1.250                         |
| Meladura         | 60,00     | 52,96    | 88,27       | 70                | 750                           |
| Masa A           | 90,00     | 77,14    | 85,71       | 75                | 115                           |
| Miel A           | 70,00     | 50,43    | 72,04       | 65                | 85                            |

Ilustración 49: materiales azucareros en contenedores de fábrica

Ahora bien, todos los cálculos azucareros deben ser realizados a temperatura normal, es decir a 20 °C, pero observando el cuadro 6, los volúmenes de los materiales fueron determinados a temperaturas diferentes a 20 °C, esto hace que, debido a las propiedades físico-químicas de las soluciones químicas, entre ellas las soluciones azucareras, sus volúmenes se vean afectados y habría que proceder a su corrección a 20 °C. En la tecnología azucarera, se dispone de tablas de corrección de volumen para temperatura diferentes a 20 °C, tal como indica el anexo 1.

Procediendo a corregir el volumen para jugo clarificado del ejemplo, con el valor del Brix de 15,00 y temperatura 80 °C, de la tabla del anexo 1 se desprende el valor de 1,0277 que dividirá al volumen de 1,250 m<sup>3</sup> de jugo clarificado obteniéndose un volumen



corregido de 1.216,31 m<sup>3</sup>. El cálculo de los demás materiales puede observarse en la ilustración 50.

| STOCK FÁBRICA    | Brix<br>% | Pol<br>% | Pureza<br>% | Temperatura<br>°C | Volumen<br>Metro <sup>3</sup> | Factor de<br>Corrección | Volumen<br>Corr.20°C |
|------------------|-----------|----------|-------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Jugo Clarificado | 15,00     | 13,10    | 87,33       | 80                | 1.250                         | 1,0277                  | 1.216,31             |
| Meladura         | 60,00     | 52,96    | 88,27       | 70                | 750                           | 1,0223                  | 733,64               |
| Masa A           | 90,00     | 77,14    | 85,71       | 75                | 115                           | 1,0229                  | 112,43               |
| Miel A           | 70,00     | 50,43    | 72,04       | 65                | 85                            | 1,0189                  | 83,42                |

Ilustración 50: materiales azucareros corregidos sus volúmenes a 20°C

El siguiente paso consiste en determinar el peso de cada uno de los materiales, para ello es necesario el Brix del material y la ilustración de la densidad aparente a 20 °C y peso por unidad de volumen como indica la ilustración del anexo 2. Por ejemplo, para Brix de 15,00 de jugo clarificado, la tabla presenta un valor de densidad en gramos / litro de 1.058,12 o 1.05812 ton / m<sup>3</sup>.

Una vez conocida la densidad del material, fácilmente puede obtenerse el peso del material multiplicando el volumen corregido por la densidad, así la tonelada de jugo clarificado será: 1,05812 x 1.216,31 = 1.287 ton. Para hallar las toneladas Pol y toneladas Brix del material, solamente debe aplicarse las ecuaciones 3 y 4 indicadas anteriormente y mostradas continuación.

Para el Jugo Clarificado, el Peso Brix y el Peso Pol será:

Peso Brix Jugo Clarificado = 1.287 \* 15,00/100 = 193,05 ton Brix

Peso Pol Jugo Clarificado = 1.287 \* 13,10/100 = 168,60 ton Pol

Siguiendo el mismo procedimiento, puede calcularse el peso Brix y peso Pol para los demás materiales, cuyos resultados son mostrados en la ilustración 51.

| STOCK FÁBRICA    | Brix<br>% | Pol<br>% | Pza<br>% | Temper.<br>(°c) | Volúmen<br>metro <sup>3</sup> | Factor<br>Corrección | Volúmen<br>Corr.20 °c | Densidad<br>20°c | Ton<br>Material | Ton<br>Brix | Ton<br>Pol |
|------------------|-----------|----------|----------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|
| Jugo Clarificado | 15,00     | 13,1     | 87,33    | 80              | 1.250                         | 1,0277               | 1.216,31              | 1,0581           | 1.287,00        | 193,05      | 168,60     |
| Meladura         | 60,00     | 52,96    | 88,27    | 70              | 750                           | 1,0223               | 733,64                | 1,2854           | 943,05          | 565,83      | 499,44     |
| Masa A           | 90,00     | 77,14    | 85,71    | 75              | 115                           | 1,0229               | 112,43                | 1,4790           | 166,28          | 149,65      | 128,27     |
| Miel A           | 70,00     | 50,43    | 72,04    | 65              | 85                            | 1,0189               | 83,42                 | 1,3462           | 112,30          | 78,61       | 56,63      |
| TOTAL            |           |          |          |                 |                               |                      |                       |                  | 2.508,63        | 987,14      | 852,94     |

Ilustración 51: pesos Brix y Pesos Pol de Materiales Azucareros en Stock

Una vez conocido el total de toneladas Brix y toneladas Pol del stock, proceder a calcular el valor SJM de la ecuación 37.

De los datos de laboratorio y del stock, determinar la purezas, así:

Pureza miel f final = 31,93 %

Pureza material azucarero stock = 100 \* Brix/Pol = 100 \* ton Pol/ton Brix

Pureza material azucarero stock = 100 \* 852,94/987,14 = 86,41 %

Pureza azúcar = 100 \* Pol azúcar/Brix azúcar

$$\text{Brix azúcar} = 100 - \text{humedad azúcar} - \text{cenizas}$$

$$\text{Brix azúcar} = 100 - 0,04 - 0 = 99,96 \%$$

$$\text{Pureza áscar} = 100 * 99,59/99,96 = 99,63 \%$$

$$\text{SJM} = 99,63 * (86,41 - 31,93) / (86,41 * (99,63 - 31,93)) = 0,9278$$

Ya conocido el valor de SJM, con la ecuación 35 descrita anteriormente, calcular el peso de Pol recobrada en stock.

$$\text{Peso de Pol recobra en stock} = \text{Peso Pol total stock} * \text{SJM}$$

$$\text{Peso de Pol recobra en stock} = 852,94 * 0,9278 = 791,36 \text{ ton}$$

El peso Pol remanente en stock será el peso de Pol miel final en stock; para su cálculo, aplicar ecuación 40 descrita en párrafos anteriores.

$$\text{Peso de Pol miel final en stock} = \text{Peso Pol total en stock} - \text{peso Pol recobra en stock}$$

$$\text{Peso de Pol miel final en stock} = 852,94 - 791,36 = 61,58 \text{ ton}$$

Para obtener peso de Pol miel final hecho, puede utilizarse la ecuación 38.

$$\text{Peso de Pol miel f final hecho} = \text{Peso miel f final hecho} * \text{Pol miel f final hecho}/100$$

$$\text{Peso miel f final hecho} = 3.785 * \text{galones producidos miel f final} * \text{densidad}/1000$$

Como fue indicado anteriormente, la densidad de la miel final es determinada en la tabla del anexo 2 mediante el Brix. Para Brix = 86.12, la densidad es 1,452 ton/m<sup>3</sup>.

$$\text{Peso miel f final hecho} = 3,785 * 340.000 * 1,452/1000 = 1.868,58 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de Pol miel final hecho} = 1.868,58 * 27,50/100 = 513,86 \text{ ton}$$

Entonces, el peso de Pol azúcar con ecuación indicada anteriormente queda:

$$\text{Peso de Pol Azúcar} = \text{Peso de Pol azúcar hecho} + \text{peso de Pol recobra en stock}$$

$$\text{Peso de Pol azúcar} = 6.500,64 + 791,36 = 7.292 \text{ ton}$$

El peso de Pol Miel Final calcular con ecuación 39:

$$\text{Peso de Pol miel f final} = \text{Peso de Pol miel f final hecho} + \text{peso de Pol miel f final en stock}$$
$$\text{Peso de Pol miel f final} = 513,86 + 61,58 = 575,44 \text{ ton}$$

A manera de resumen, la ilustración 52 muestra la distribución de peso de Pol para cachaza, bagazo, miel final y azúcar para el periodo, calculados anteriormente.

| MATERIALES DEL PERÍODO | TONELADAS POL EN MATERIALES |
|------------------------|-----------------------------|
| Peso de Pol Cachaza    | 53,04                       |
| Peso de Pol Bagazo     | 398,34                      |
| Peso de Pol Miel Final | 575,44                      |
| Peso de Pol Azúcar     | 7.292,00                    |
| <b>TOTAL</b>           | <b>8.318,82</b>             |

Ilustración 52: distribución de toneladas Pol por periodo a ejecutarse

El total de las toneladas Pol 8.318,82 distribuidas, idealmente debe ser igual al peso de Pol caña cuyo valor es 8.436,48 ton calculados al inicio del ejercicio, ya que esta cantidad de toneladas Pol comprende las que ingresaron al ingenio para la producción de azúcar, pero normalmente esta igualdad no sucede, debido a que, como se explicó anteriormente, a las pérdidas por inversión del Pol, derrames, destrucción de Pol, fugas en aguas residuales, contaminación agua de condensados, etc. Entonces la diferencia faltante entre las toneladas Pol de la caña y las toneladas Pol distribuidas,  $8.436,48 - 8.318,82 = 117,66$  toneladas será asignado al rubro de peso Pol indeterminados. La nueva distribución es mostrada en la ilustración 53 y representa el balance de pesos Pol del periodo.

| MATERIALES DEL PERÍODO     | TONELADAS POL EN MATERIALES |
|----------------------------|-----------------------------|
| Peso de Pol Cachaza        | 53,04                       |
| Peso de Pol Bagazo         | 398,34                      |
| Peso de Pol Miel Final     | 575,44                      |
| Peso de Pol Azúcar         | 7.292,00                    |
| Peso de Pol Indeterminados | 117,66                      |
| <b>TOTAL</b>               | <b>8.436,48</b>             |
| Peso de Pol Caña           | 8.436,48                    |

Ilustración 53: balance de Pesos Pol del Periodo

Conocida la distribución de los pesos Pol de todos los materiales azucareros involucrados en la elaboración del azúcar periodo, va a procederse a realizar un balance de sacarosa en porcentaje con base en peso de caña, peso Pol caña y Pol jugo mixto. A continuación, los cálculos con base en peso de caña, aplicando las ecuaciones de la ilustración 46, indicada anteriormente y expuesta nuevamente.

| MATERIAL               | PESO POL  | %CAÑA   |
|------------------------|---|---|
| MIEL FINAL             | Peso de Pol Miel Final (Fórmula 31)                                     | $100 * \frac{\text{Peso de pol Miel Final}}{\text{Peso Caa}}$       |
| CACHAZA                | Peso de Pol Cachaza (Fórmula 26)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Cachaza}}{\text{Peso Caa}}$          |
| INDETERMINADOS         | Peso de Pol Indeterminados (Fórmula 33)                                 | $100 * \frac{\text{Peso de pol Indeterminados}}{\text{Peso Caa}}$   |
| TOTAL PÉRDIDAS FÁBRICA | Sumar peso de poles miel final, cachaza e indeterminados                | Sumar % caña de miel final, cachaza e indeterminados                |
| BAGAZO                 | Peso de Pol Bagazo (Fórmula 9)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Bagazo}}{\text{Peso Caa}}$           |
| TOTAL PÉRDIDAS INGENIO | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados y bagazo         | Sumar % caña de miel final, cachaza indeterminados y bagazo         |
| RECOBRA EN AZÚCAR      | Peso de pol azúcar (Fórmula 27)   | $100 * \frac{\text{Peso de pol azúcar}}{\text{Peso Caa}}$           |
| TOTALES                | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar | Sumar % caña de miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar |

Ilustración 54: réplica y balance de Pol%Caña

Pol perdido en miel final %Caña =  $100 * \text{Peso de Pol miel final} / \text{Peso Caa}$

Pol perdido en miel final %Caña =  $100 * 575,44 / 68.000 = 0,8462$

Pol perdido en cachaza %Caña =  $100 * \text{Peso de Pol cachaza} / \text{Peso Caa}$

Pol perdido en cachaza %Caña =  $100 * 53,04 / 68,000 = 0,0780$

Pol perdido en indeterminado. %Caña =  $100 * \text{Peso de Pol indeterminados} / \text{Peso Caña}$

Pol perdido en indeterminado. %Caña =  $100 * 117,66 / 68.000 = 0,1730$

Total, Pol perdidas fabrica %Caña = Pol perdido en miel final %Caña + Pol perdido en cachaza %Caña + Pol perdido en indeterminado. %Caña

Total, Pol pérdidas fabrica =  $0,8462 + 0,0780 + 0,1730 = 1,0972$  Pol perdido en bagazo %Caña =  $100 * \text{Peso de Pol bagazo} / \text{Peso Caña}$

Pol perdido en bagazo %Caña =  $100 * 398,34 / 68.000 = 0,5858$

Total, Pol perdidas ingenio %Caña = Total Pol perdidas fabrica %Caa + Pol perdido en bagazo %Caña

Total, Pol pérdidas ingenio %Caña =  $1,0972 + 0,5858 = 1,683$

Pol recobra en azúcar %Caña =  $100 * \text{Peso de Pol azúcar} / \text{Peso Caña}$

Pol recobra en azúcar %Caña =  $100 * 7.292,00 / 68.000 = 10,7235$

Total, Pol balance %Caña = Total Pol pérdidas ingenio %Caña + Pol recobra azúcar %Caña

Total, Pol balance %Caña = 1, 683 + 10, 7235 = 12, 4065

En un balance de Pol realizado adecuadamente debe cumplirse que:

Total, Pol balance %Caña = Pol %Caña

12, 4065 = 12, 4065

En que el valor de 12,4065 del Pol%Caña fue calculado anteriormente a inicios del desarrollo del ejemplo.

El balance de Pol%Caña sigue la metodología similar a Pol%Caña, para ello utilizar el cuadro 4, que se replica a continuación.

| MATERIAL               | PESO POL  | %POL CAÑA  |
|------------------------|---|--|
| MIEL FINAL             | Peso de Pol Miel Final (Fórmula 31)                                     | $100 * \frac{\text{Peso de pol Miel Final}}{\text{Peso de pol Caa}}$     |
| CACHAZA                | Peso de Pol Cachaza (Fórmula 26)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Cachaza}}{\text{Peso de pol Caa}}$        |
| INDETERMINADOS         | Peso de Pol Indeterminados (Fórmula 33)                                 | $100 * \frac{\text{Peso de pol Indeterminados}}{\text{Peso de pol Caa}}$ |
| TOTAL PÉRDIDAS FÁBRICA | Sumar peso de poles miel final, cachaza e indeterminados                | Sumar % pol caña de miel final, cachaza e indeterminados                 |
| BAGAZO                 | Peso de Pol Bagazo (Fórmula 9)  | $100 * \frac{\text{Peso de pol Bagazo}}{\text{Peso de pol Caa}}$         |
| TOTAL PÉRDIDAS INGENIO | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados y bagazo         | Sumar % pol caña de miel final, cachaza indeterminados y bagazo          |
| RECOBRA EN AZÚCAR      | Peso de pol azúcar (Fórmula 27)   | $100 * \frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso de pol Caa}}$          |
| TOTALES                | Sumar peso de poles miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar | Sumar % pol caña de miel final, cachaza indeterminados, bagazo y azúcar  |

Ilustración 55: réplica y alcance de Pol%PolCaña

Los cálculos serán:

Pol perdido en miel final %Pol Caña =  $100 * \text{Peso de Pol miel final} / \text{Peso de Pol Caña}$

Pol perdido en miel final %Pol Caña =  $100 * 575, 44 / 8.436, 48 = 6, 8209$

Pol perdido en cachaza %Pol Caña =  $100 * \text{Peso de Pol cachaza} / \text{Peso de Pol Caña}$

Pol perdido en cachaza %Pol Caña =  $100 * 53,04 / 8.436,48 = 0,6287$

Pol perdido en indeterminado. %Pol Caña =  $100 * \text{Peso de Pol indeterminados} / \text{Peso de Pol Caña}$   
Pol perdido en indeterminado. %Pol Caña =  $100 * 117,66 / 8.436,48 = 1,3947$

Total, Pol perdidas fabrica %Pol Caña = Pol perdido en miel final %Pol Caña + Pol perdido en cachaza %Pol Caña + perdido en indeterminado. %Pol Caña

Total, Pol perdidas fabrica %Pol Caña =  $6,8209 + 0,6287 + 1,3947 = 8,8443$

Pol perdido en bagazo %Pol Caña =  $100 * \text{Peso de Pol bagazo} / \text{Peso de Pol Caña}$

Pol perdido en bagazo %Pol Caña =  $100 * 398,34 / 8.436,48 = 4,7215$

Total, Pol pérdidas ingenio %Pol Caña = Total Pol pérdidas fabrica %Pol Caña + Pol perdido en bagazo %Caña

Total, Pol perdidas ingenio %Pol Caña =  $8,8443 + 4,7215 = 13,5658$

Pol recobra en azúcar %Pol Caña =  $100 * \text{Peso de Pol azúcar} / \text{Peso de Pol Caña}$

Pol recobra en azúcar %Pol Caña =  $100 * 7.292,00 / 8.436,48 = 86,4342$

Total, Pol balance %Pol Caña = Total Pol pérdidas ingenio %Pol Caña + Pol recobra en azúcar %Pol Caña

Total, Pol balance %Pol Caña =  $13,5658 + 86,4342 = 100$

En un balance de Pol realizado adecuadamente debe cumplirse que:

Total, Pol balance %Pol Caña =  $100 / 100 = 100$

El valor de 100 del lado derecho de la igualdad es el equivalente del 100 por ciento del Pol de la caña.

Los cálculos del balance de Pol% Pol jugo mixto son dejados como ejercicio para el lector. Una vez disponibles los resultados de balance de Pol, en la ilustración 56 es presentado el balance típico utilizado en los ingenios.

| BALANCE DE SACAROSA    | %       | %        | %              |
|------------------------|---------|----------|----------------|
| MATERIALES             | caña    | Pol caña | Pol Jugo Mixto |
| En Miel Final          | 0,8462  | 6,8209   | 7,1592         |
| En Cachaza             | 0,0780  | 0,6287   | 0,6599         |
| En Indeterminados      | 0,1730  | 1,3947   | 1,4628         |
| Total Pérdidas Fábrica | 1,0972  | 8,8443   | 9,2819         |
| En Bagazo              | 0,5858  | 4,7215   |                |
| Total Pérdidas Ingenio | 1,683   | 13,5658  | 9,2819         |
| Recobra en Azúcar      | 10,7235 | 86,4342  | 90,7181        |
| TOTAL POL              | 12,4065 | 100,00   | 100,00         |

Ilustración 56: balance Pol típico de un ingenio

Por último, como complemento al balance de sacarosa, debe calcularse la eficiencia de casa de calderas. El cálculo puede hacerse con base en el modelo de Winter y Carp (ecuación 42) o del modelo Deerr o SJM (ecuación 43).

GNE = 99,852, valor interpolado obtenido con la pureza del azúcar de 99,63 de la tabla 1

$$Eficiencia\ de\ Casa\ de\ Calderas\ WyC = \frac{\frac{7.292,00}{8.038,14}}{1.4 - \frac{40}{85,67}} * 99,852 = 97,08$$

Donde,

S = Pureza del azúcar = 99,63

J = Pureza del jugo mixto = 85,67

M = Pureza de la miel final = 31,93

$$Eficiencia\ de\ Casa\ de\ Calderas\ SJM = 100 * \frac{\frac{7.792,00}{8.038,14}}{\frac{99,63(85,67-31,93)}{85,67(99,63-31,93)}} = 98,27$$

### 1.10. ECUACIONES AZUCARERAS UTILIZANDO EXCEL

Como habrá notado el lector, el cálculo de los diferentes indicadores azucareros, incluyendo el balance de sacarosa, ha sido realizado de forma manual, cientos de operaciones que demandan alta concentración, para mantener la secuencia de los cálculos que permite la determinación los valores de las variables azucareras. Con el uso

de sistemas informáticos tales como Microsoft Excel, es factible prescindir de los cálculos manuales y automatizarlos utilizando las habilidades de cálculo de este software. La ventaja de la automatización, entre varias, permite la reutilización de sus ecuaciones y actualización de resultados, cuando los datos de entrada son cambiados, permitiendo de esta manera disponer de un sistema ágil y fácil de utilizarlo, referido a un sistema de cálculos azucareros. A continuación, en detalle el diseño del sistema de cálculos azucareros para automatizar los cálculos del ejemplo propuesto.

El diseño de la matriz de datos de laboratorio y de fábrica no implica cálculo alguno, por lo que es asumido que el técnico que procederá a su digitación tiene conocimientos básicos del manejo de una hoja de cálculo, que para esta hoja de datos solo es necesario el formateo de celdas y digitación de datos; por tanto, no implica la aplicación de ecuaciones. Para iniciar con el ejercicio y para una mejor explicación en el transcurso de su desarrollo, se inicia digitando la matriz de datos utilizando el rango de celdas de A1 a G26 como indica la ilustración 58.

El primer cálculo a realizar en Excel es el %Extracción Pol, en la celda A28 escribir “%Extracción Pol”, pero su determinación está en función del peso de Pol de jugo mixto y peso de Pol bagazo, que a su vez define el peso de Pol caña. Para el cálculo de Pol jugo mixto, de acuerdo a las ecuaciones definidas anteriormente, es necesario calcular el peso de sólidos insolubles en jugo mixto y el peso de jugo mixto neto; por lo tanto, en las siguientes celdas escribir “Peso de Insolubles Jugo Mixto”, “Peso de Jugo Mixto Neto”, “Peso de Bagazo”, “Peso de Pol Bagazo” y “Peso de Pol caña”, luego formatear estas celdas en formato de texto, fondos de celdas, color de fuente, etc., de acuerdo a la afinidad del usuario. Como recordatorio, para cambiar formato de texto, relleno de celdas, tamaño y color de fuente, puede utilizar la barra de herramientas de la opción Inicio de la barra de menús, indicada en la ilustración 57:



Ilustración 57: barra de herramientas para formato de texto, fondos de celda, etc.



| CÁLCULOS PARA INGENIO AZUCARERO |                                       |               |       |              |                            |             |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------|-------|--------------|----------------------------|-------------|
| DATOS DE LABORATORIO Y FÁBRICA  |                                       |               |       |              |                            |             |
| Período                         | Desde inicio de zafra a fin de semana |               |       |              |                            |             |
| Fecha Inicial                   | Inicio de Zafra                       | 11 Julio 2016 |       |              |                            |             |
| Fecha Final                     | Fin de Semana                         | 17 Julio 2016 |       |              |                            |             |
| MATERIAL                        | UNIDAD                                | VALOR         |       |              |                            | ORIGEN      |
| Caña Molida                     | Tonelada                              | 68.000        |       |              |                            | Laboratorio |
| Agua Imbibición                 | Tonelada                              | 12.920        |       |              |                            | Fábrica     |
| Jugo Mixto Bruto                | Tonelada                              | 61.200        |       |              |                            | Fábrica     |
| Cachaza                         | Tonelada                              | 2.720         |       |              |                            | Fábrica     |
| Producción Miel Final           | Galón                                 | 340.000       |       |              |                            | Fábrica     |
| Producción Azúcar               | Saco 50 Kg.                           | 130.548       |       |              |                            | Fábrica     |
| ANÁLISIS                        | Brix %                                | Pol %         | Pza % | Humedad %    | Insolub. %                 |             |
| Jugo Mixto                      | 15,35                                 | 13,15         | 85,67 |              | 0,12                       | Laboratorio |
| Jugo Residual                   | 5,25                                  | 3,9           | 74,29 |              |                            | Laboratorio |
| Bagazo                          |                                       | 2,02          |       | 49,95        |                            | Laboratorio |
| Cachaza                         |                                       | 1,95          |       | 70,25        |                            | Laboratorio |
| Azúcar                          |                                       | 99,59         |       | 0,04         |                            | Laboratorio |
| Miel Final                      | 86,12                                 | 29,85         | 34,66 |              |                            | Laboratorio |
| STOCK FÁBRICA                   | Brix %                                | Pol %         | Pza % | Temper. (°C) | Volúmen metro <sup>3</sup> |             |
| Jugo Clarificado                | 15,28                                 | 13,1          | 85,73 | 80           | 1.250                      | Laboratorio |
| Meladura                        | 62,15                                 | 52,96         | 85,21 | 72           | 650                        | Laboratorio |
| Masa A                          | 90,15                                 | 77,14         | 85,57 | 75           | 115                        | Laboratorio |
| Miel A                          | 70,72                                 | 50,43         | 71,31 | 62           | 85                         | Laboratorio |

Ilustración 58: Diseño de matriz de datos de laboratorio y fábrica

Una vez digitadas las etiquetas indicadas y aplicados los formatos pertinentes, la hoja de cálculo será similar a la ilustración 59.

| CÁLCULOS PARA INGENIO AZUCARERO |                                       |               |       |              |                            |             |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------|-------|--------------|----------------------------|-------------|
| DATOS DE LABORATORIO Y FÁBRICA  |                                       |               |       |              |                            |             |
| Período                         | Desde inicio de zafra a fin de semana |               |       |              |                            |             |
| Fecha Inicial                   | Inicio de Zafra                       | 11 Julio 2016 |       |              |                            |             |
| Fecha Final                     | Fin de Semana                         | 17 Julio 2016 |       |              |                            |             |
| MATERIAL                        | UNIDAD                                | VALOR         |       |              |                            | ORIGEN      |
| Caña Molida                     | Tonelada                              | 68.000        |       |              |                            | Laboratorio |
| Agua Imbibición                 | Tonelada                              | 12.920        |       |              |                            | Fábrica     |
| Jugo Mixto Bruto                | Tonelada                              | 61.200        |       |              |                            | Fábrica     |
| Cachaza                         | Tonelada                              | 2.720         |       |              |                            | Fábrica     |
| Producción Miel Final           | Galón                                 | 340.000       |       |              |                            | Fábrica     |
| Producción Azúcar               | Saco 50 Kg.                           | 130.548       |       |              |                            | Fábrica     |
| ANÁLISIS                        | Brix %                                | Pol %         | Pza % | Humedad %    | Insolub. %                 |             |
| Jugo Mixto                      | 15,35                                 | 13,15         | 85,67 |              | 0,12                       | Laboratorio |
| Jugo Residual                   | 5,25                                  | 3,9           | 74,29 |              |                            | Laboratorio |
| Bagazo                          |                                       | 2,02          |       | 49,95        |                            | Laboratorio |
| Cachaza                         |                                       | 1,95          |       | 70,25        |                            | Laboratorio |
| Azúcar                          |                                       | 99,59         |       | 0,04         |                            | Laboratorio |
| Miel Final                      | 86,12                                 | 27,5          | 31,93 |              |                            | Laboratorio |
| STOCK FÁBRICA                   | Brix %                                | Pol %         | Pza % | Temper. (°C) | Volúmen metro <sup>3</sup> |             |
| Jugo Clarificado                | 15,00                                 | 13,1          | 87,33 | 80           | 1.250                      | Laboratorio |
| Meladura                        | 60,00                                 | 52,96         | 88,27 | 70           | 750                        | Laboratorio |
| Masa A                          | 90,00                                 | 77,14         | 85,71 | 75           | 115                        | Laboratorio |
| Miel A                          | 70,00                                 | 50,43         | 72,04 | 65           | 85                         | Laboratorio |
| Peso Insolubles Jugo Mixto      |                                       |               |       |              |                            |             |
| Peso Jugo Mixto Neto            |                                       |               |       |              |                            |             |
| Peso de Pol Jugo Mixto          |                                       |               |       |              |                            |             |
| Peso Bagazo                     |                                       |               |       |              |                            |             |
| Peso de Pol Bagazo              |                                       |               |       |              |                            |             |
| Peso de Pol Caña                |                                       |               |       |              |                            |             |

Ilustración 59: digitación y formatos de texto, relleno de celdas, color de fuente

El siguiente paso es generar las ecuaciones Excel para el cálculo de “Peso Insolubles Jugo Mixto”, para ello con el mouse hacer clic en la celda B28 y escribir la ecuación, luego oprimir la tecla [intro]. Otra forma de generar esta ecuación es hacer clic en la celda B28, digitar el signo “= ” y, seguidamente, usando las teclas de dirección ubicarse en la celda F15, luego digitar el símbolo “\*”; después, con las teclas de dirección, dirigirse a la celda C9 y finalmente digitar el signo / y el número 100, y oprimir la tecla [intro]; debe notarse que por esta forma de generar ecuaciones, al usar las teclas de

dirección, el contorno de las celdas involucradas en las ecuaciones aparece con pequeñas líneas entrecortadas y que fluyen dinámicamente. En la ilustración 60, puede observarse las líneas entrecortadas en la celda C9 como parte de la generación de la ecuación.

| A  | B                          | C           | D          | E          | F              | G                        |
|----|----------------------------|-------------|------------|------------|----------------|--------------------------|
| 8  | Agua Imbibición            | Tonelada    | 12.920     |            |                | Fábrica                  |
| 9  | Jugo Mixto Bruto           | Tonelada    | 61.200     |            |                | Fábrica                  |
| 10 | Cachaza                    | Tonelada    | 2.720      |            |                | Fábrica                  |
| 11 | Producción Miel Final      | Galón       | 340.000    |            |                | Fábrica                  |
| 12 | Producción Azúcar          | Saco 50 Kg. | 130.548    |            |                | Fábrica                  |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>            | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>          |
| 14 |                            | <b>%</b>    | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>       | <b>%</b>                 |
| 15 | Jugo Mixto                 | 15,35       | 13,15      | 85,67      |                | 0,12                     |
| 16 | Jugo Residual              | 5,25        | 3,9        | 74,29      |                |                          |
| 17 | Bagazo                     |             | 2,02       |            | 49,95          |                          |
| 18 | Cachaza                    |             | 1,95       |            | 70,25          |                          |
| 19 | Azúcar                     |             | 99,59      |            | 0,04           |                          |
| 20 | Miel Final                 | 86,12       | 27,5       | 31,93      |                |                          |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>       | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>           |
| 22 |                            | <b>%</b>    | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>(°C)</b>    | <b>metro<sup>3</sup></b> |
| 23 | Jugo Clarificado           | 15,00       | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250                    |
| 24 | Meladura                   | 60,00       | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                      |
| 25 | Masa A                     | 90,00       | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                      |
| 26 | Miel A                     | 70,00       | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                       |
| 27 |                            |             |            |            |                |                          |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | =F15*C9     |            |            |                |                          |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       |             |            |            |                |                          |

Ilustración 60: generando ecuación con el uso de teclas de dirección.

La ilustración 61 muestra la ecuación generada para el cálculo de peso de insolubles en jugo mixto por cualquiera de las dos formas indicadas arriba.

| A  | B                          | C           | D          | E          | F              | G                        |
|----|----------------------------|-------------|------------|------------|----------------|--------------------------|
| 7  | Caña Molida                | Tonelada    | 68.000     |            |                | Laboratorio              |
| 8  | Agua Imbibición            | Tonelada    | 12.920     |            |                | Fábrica                  |
| 9  | Jugo Mixto Bruto           | Tonelada    | 61.200     |            |                | Fábrica                  |
| 10 | Cachaza                    | Tonelada    | 2.720      |            |                | Fábrica                  |
| 11 | Producción Miel Final      | Galón       | 340.000    |            |                | Fábrica                  |
| 12 | Producción Azúcar          | Saco 50 Kg. | 130.548    |            |                | Fábrica                  |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>            | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>          |
| 14 |                            | <b>%</b>    | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>       | <b>%</b>                 |
| 15 | Jugo Mixto                 | 15,35       | 13,15      | 85,67      |                | 0,12                     |
| 16 | Jugo Residual              | 5,25        | 3,9        | 74,29      |                |                          |
| 17 | Bagazo                     |             | 2,02       |            | 49,95          |                          |
| 18 | Cachaza                    |             | 1,95       |            | 70,25          |                          |
| 19 | Azúcar                     |             | 99,59      |            | 0,04           |                          |
| 20 | Miel Final                 | 86,12       | 27,5       | 31,93      |                |                          |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>       | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>           |
| 22 |                            | <b>%</b>    | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>(°C)</b>    | <b>metro<sup>3</sup></b> |
| 23 | Jugo Clarificado           | 15,00       | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250                    |
| 24 | Meladura                   | 60,00       | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                      |
| 25 | Masa A                     | 90,00       | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                      |
| 26 | Miel A                     | 70,00       | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                       |
| 27 |                            |             |            |            |                |                          |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | =F15*C9/100 |            |            |                |                          |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       |             |            |            |                |                          |

Ilustración 61: en celda B28 para calcular peso de insoluble jugo mixto.

El peso jugo mixto neto es calculado restando el peso sólido insolubles en jugo mixto del peso de jugo mixto bruto, definido en la ecuación 5. Para ingresar esta ecuación en Excel, hacer clic en la celda B29 y escribir =C9-B28, luego oprimir la tecla [intro]. La ilustración 62 muestra los resultados de las ecuaciones aplicadas para el cálculo del peso de jugo mixto neto.

| B29 |                             |                  |            |            |                |                          |
|-----|-----------------------------|------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|
| A   | B                           | C                | D          | E          | F              | G                        |
| 7   | Caña Molida                 | Tonelada         | 68.000     |            |                | Laboratorio              |
| 8   | Agua Imbibición             | Tonelada         | 12.920     |            |                | Fábrica                  |
| 9   | Jugo Mixto Bruto            | Tonelada         | 61.200     |            |                | Fábrica                  |
| 10  | Cachaza                     | Tonelada         | 2.720      |            |                | Fábrica                  |
| 11  | Producción Miel Final       | Galón            | 340.000    |            |                | Fábrica                  |
| 12  | Producción Azúcar           | Saco 50 Kg.      | 130.548    |            |                | Fábrica                  |
| 13  | <b>ANÁLISIS</b>             | <b>Brix</b>      | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>          |
| 14  |                             | <b>%</b>         | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>       | <b>%</b>                 |
| 15  | Jugo Mixto                  | 15,35            | 13,15      | 85,67      |                | 0,12                     |
| 16  | Jugo Residual               | 5,25             | 3,9        | 74,29      |                |                          |
| 17  | Bagazo                      |                  | 2,02       |            | 49,95          |                          |
| 18  | Cachaza                     |                  | 1,95       |            | 70,25          |                          |
| 19  | Azúcar                      |                  | 99,59      |            | 0,04           |                          |
| 20  | Miel Final                  | 86,12            | 27,5       | 31,93      |                |                          |
| 21  | <b>STOCK FÁBRICA</b>        | <b>Brix</b>      | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>           |
| 22  |                             | <b>%</b>         | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>(°C)</b>    | <b>metro<sup>3</sup></b> |
| 23  | Jugo Clarificado            | 15,00            | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250                    |
| 24  | Meladura                    | 60,00            | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                      |
| 25  | Masa A                      | 90,00            | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                      |
| 26  | Miel A                      | 70,00            | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                       |
| 27  |                             |                  |            |            |                |                          |
| 28  | Peso Insolubles Jugo Mixto  | 73,44            |            |            |                |                          |
| 29  | <b>Peso Jugo Mixto Neto</b> | <b>61.126,56</b> |            |            |                |                          |
| 30  | Peso de Pol Jugo Mixto      |                  |            |            |                |                          |
| 31  | Peso Bagazo                 |                  |            |            |                |                          |
| 32  | Peso de Pol Bagazo          |                  |            |            |                |                          |
| 33  | Peso de Pol Caña            |                  |            |            |                |                          |
| 34  |                             |                  |            |            |                |                          |

Ilustración 62: resultado del cálculo peso jugo mixto neto.

A continuación, puede observarse las ecuaciones Excel en las correspondientes celdas, aplicadas para el cálculo del peso de Pol jugo mixto, peso bagazo, peso de Pol bagazo y peso de Pol caña, utilizando las ecuaciones 7, 10, 9 y 8 del bloque de ecuaciones para cálculos azucareros.

| Descripción            | Número de Fórmula | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel | Resultado |
|------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------|-----------|
| Peso de Pol Jugo Mixto | 7                 | B30                           | =B29*C15/100           | 8.038,14  |
| Peso Bagazo            | 10                | B31                           | =C7+C8-B29             | 19.793,44 |
| Peso de Pol Bagazo     | 9                 | B32                           | =B31*C17/100           | 399,83    |
| Peso de Pol Caña       | 8                 | B33                           | =B30+B32               | 8.437,97  |

Ilustración 63: muestra el cuadro Excel con los resultados de la aplicación de las ecuaciones.

|    | A                          | B           | C          | D          | E              | F                  | G           |
|----|----------------------------|-------------|------------|------------|----------------|--------------------|-------------|
| 7  | Caña Molida                | Tonelada    | 68.000     |            |                |                    | Laboratorio |
| 8  | Agua Imbibición            | Tonelada    | 12.920     |            |                |                    | Fábrica     |
| 9  | Jugo Mixto Bruto           | Tonelada    | 61.200     |            |                |                    | Fábrica     |
| 10 | Cachaza                    | Tonelada    | 2.720      |            |                |                    | Fábrica     |
| 11 | Producción Miel Final      | Galón       | 340.000    |            |                |                    | Fábrica     |
| 12 | Producción Azúcar          | Saco 50 Kg. | 130.548    |            |                |                    | Fábrica     |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>            | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>    |             |
| 14 |                            | %           | %          | %          | %              | %                  |             |
| 15 | Jugo Mixto                 | 15,35       | 13,15      | 85,67      |                | 0,12               | Laboratorio |
| 16 | Jugo Residual              | 5,25        | 3,9        | 74,29      |                |                    | Laboratorio |
| 17 | Bagazo                     |             | 2,02       |            | 49,95          |                    | Laboratorio |
| 18 | Cachaza                    |             | 1,95       |            | 70,25          |                    | Laboratorio |
| 19 | Azúcar                     |             | 99,59      |            | 0,04           |                    | Laboratorio |
| 20 | Miel Final                 | 86,12       | 27,5       | 31,93      |                |                    | Laboratorio |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>       | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>     |             |
| 22 |                            | %           | %          | %          | (°C)           | metro <sup>3</sup> |             |
| 23 | Jugo Clarificado           | 15,00       | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250              | Laboratorio |
| 24 | Meladura                   | 60,00       | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                | Laboratorio |
| 25 | Masa A                     | 90,00       | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                | Laboratorio |
| 26 | Miel A                     | 70,00       | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                 | Laboratorio |
| 27 |                            |             |            |            |                |                    |             |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | 73,44       |            |            |                |                    |             |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       | 61.126,56   |            |            |                |                    |             |
| 30 | Peso de Pol Jugo Mixto     | 8.038,14    |            |            |                |                    |             |
| 31 | Peso Bagazo                | 19.793,44   |            |            |                |                    |             |
| 32 | Peso de Pol Bagazo         | 399,83      |            |            |                |                    |             |
| 33 | Peso de Pol Caña           | 8.437,97    |            |            |                |                    |             |
| 34 | % Extracción Pol           |             |            |            |                |                    |             |

Ilustración 64: resultado de aplicar ecuaciones para cálculo de peso de Pol caña

Conocidos el peso de Pol caña y peso de Pol jugo mixto, es factible calcular %Extracción Pol con base en la ecuación 6 del bloque de ecuaciones para cálculos. Esta ecuación se escribe en la celda B34, arrojando un valor de 95,26.

El siguiente cálculo a realizar corresponde a fibra% caña, para ello es necesario el peso de bagazo ya determinado, además del peso de humedad bagazo, Brix bagazo y peso de Brix bagazo que son calculados con las ecuaciones 14, 16, 15 y 13 del bloque de ecuaciones para cálculos azucareros; para valor de la fibra% caña aplicar la ecuación 12. A continuación, el detalle de aplicación de ecuaciones en las celdas respectivas de Excel para estas últimas operaciones.

| Descripción               | Número de fórmula | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel | Resultado |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------|-----------|
| Peso de Humedad de Bagazo | 14                | G28                           | =B31*E17/100           | 9.886,82  |
| Brix Bagazo               | 16                | G29                           | =C17*B16/C16           | 2,72      |
| Peso Brix Bagazo          | 15                | G30                           | =B31*G29/100           | 538,23    |
| Peso Fibra Caña           | 13                | G31                           | =B31-G28-G30           | 9.368,39  |
| Fibra % Caña              | 12                | G32                           | =100*(G31+B28)/C7      | 13,89     |

Ilustración 65: aplicación de ecuaciones en las celdas respectivas de Excel para estas últimas operaciones.

El cuadro Excel resultante es mostrado en la ilustración 66.

|    |                            | =100*(G31+B28)/C7 |            |            |                |                          |                                 |
|----|----------------------------|-------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|---------------------------------|
|    | A                          | B                 | C          | D          | E              | F                        | G                               |
| 7  | Caña Molida                | Tonelada          | 68.000     |            |                |                          | Laboratorio                     |
| 8  | Agua Imbibición            | Tonelada          | 12.920     |            |                |                          | Fábrica                         |
| 9  | Jugo Mixto Bruto           | Tonelada          | 61.200     |            |                |                          | Fábrica                         |
| 10 | Cachaza                    | Tonelada          | 2.720      |            |                |                          | Fábrica                         |
| 11 | Producción Miel Final      | Galón             | 340.000    |            |                |                          | Fábrica                         |
| 12 | Producción Azúcar          | Saco 50 Kg.       | 130.548    |            |                |                          | Fábrica                         |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>            | <b>Brix</b>       | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>          |                                 |
| 14 |                            | <b>%</b>          | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>%</b>       | <b>%</b>                 |                                 |
| 15 | Jugo Mixto                 | 15,35             | 13,15      | 85,67      |                | 0,12                     | Laboratorio                     |
| 16 | Jugo Residual              | 5,25              | 3,9        | 74,29      |                |                          | Laboratorio                     |
| 17 | Bagazo                     |                   | 2,02       |            | 49,95          |                          | Laboratorio                     |
| 18 | Cachaza                    |                   | 1,95       |            | 70,25          |                          | Laboratorio                     |
| 19 | Azúcar                     |                   | 99,59      |            | 0,04           |                          | Laboratorio                     |
| 20 | Miel Final                 | 86,12             | 27,5       | 31,93      |                |                          | Laboratorio                     |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>       | <b>Brix</b>       | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>           |                                 |
| 22 |                            | <b>%</b>          | <b>%</b>   | <b>%</b>   | <b>(°C)</b>    | <b>metro<sup>3</sup></b> |                                 |
| 23 | Jugo Clarificado           | 15,00             | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250                    | Laboratorio                     |
| 24 | Meladura                   | 60,00             | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                      | Laboratorio                     |
| 25 | Masa A                     | 90,00             | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                      | Laboratorio                     |
| 26 | Miel A                     | 70,00             | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                       | Laboratorio                     |
| 27 |                            |                   |            |            |                |                          |                                 |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | 73,44             |            |            |                |                          | Peso de Humedad Bagazo 9.886,82 |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       | 61.126,56         |            |            |                |                          | Brix Bagazo 2,72                |
| 30 | Peso de Pol Jugo Mixto     | 8.038,14          |            |            |                |                          | Peso Brix Bagazo 538,23         |
| 31 | Peso Bagazo                | 19.793,44         |            |            |                |                          | Peso Fibra Caña 9.368,39        |
| 32 | Peso de Pol Bagazo         | 399,83            |            |            |                |                          | Fibra % Caña 13,89              |
| 33 | Peso de Pol Caña           | 8.437,97          |            |            |                |                          |                                 |
| 34 | % Extracción Pol           | 95,26             |            |            |                |                          |                                 |

Ilustración 66: cuadro con cálculo de fibra%caña

Seguida y directamente, puede encontrarse los valores de Pol%Caña y %Extracción reducida aplicando las ecuaciones 11 y 25, ya que el valor de las variables para su determinación, tales como el peso de caña, peso de Pol caña, %Extracción Pol y Fibra% caña, ya son conocidos.

Para encontrar el valor de extracción de jugo absoluto% caña (ecuación 23), son necesarios los valores de peso del jugo absoluto (ecuación 18), peso Brix jugo mixto (ecuación 20), Brix de jugo absoluto (ecuación 19) y peso jugo absoluto extraído (ecuación 22). A continuación, el detalle de para escribir estas ecuaciones en Excel e ilustración 68 resultante.

| Descripción                     | Número de fórmula | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel           | Resultado |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------|
| Pol%Caña                        | 11                | G33                           | =100*B33/C7                      | 12,41     |
| %Extracción Reducida            | 25                | G34                           | =100-(100-B34)*(100-G32)/(7*G32) | 95,80     |
| Peso de Jugo Absoluto           | 18                | G35                           | =C7-G31                          | 58.631,61 |
| Peso Brix Jugo Mixto            | 20                | G36                           | =B29*B15/100                     | 9.382,93  |
| Brix de Jugo Absoluto           | 19                | G37                           | =100*(G36+G30)/G35               | 16,92     |
| Peso de Jugo Absoluto Extraído  | 22                | G38                           | =100*G36/G37                     | 55.450,81 |
| Extracción Jugo Absoluto % Caña | 23                | G39                           | =100*G38/C7                      | 81,55     |

Ilustración 67: detalle de ecuaciones a aplicar

|    | A                          | B           | C          | D          | E              | F                  | G                               |
|----|----------------------------|-------------|------------|------------|----------------|--------------------|---------------------------------|
| 7  | Caña Molida                | Tonelada    | 68.000     |            |                |                    | Laboratorio                     |
| 8  | Agua Imbibición            | Tonelada    | 12.920     |            |                |                    | Fábrica                         |
| 9  | Jugo Mixto Bruto           | Tonelada    | 61.200     |            |                |                    | Fábrica                         |
| 10 | Cachaza                    | Tonelada    | 2.720      |            |                |                    | Fábrica                         |
| 11 | Producción Miel Final      | Galón       | 340.000    |            |                |                    | Fábrica                         |
| 12 | Producción Azúcar          | Saco 50 Kg. | 130.548    |            |                |                    | Fábrica                         |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>            | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b> | <b>Insolub.</b>    |                                 |
| 14 |                            | %           | %          | %          | %              | %                  |                                 |
| 15 | Jugo Mixto                 | 15,35       | 13,15      | 85,67      |                | 0,12               | Laboratorio                     |
| 16 | Jugo Residual              | 5,25        | 3,9        | 74,29      |                |                    | Laboratorio                     |
| 17 | Bagazo                     |             | 2,02       |            | 49,95          |                    | Laboratorio                     |
| 18 | Cachaza                    |             | 1,95       |            | 70,25          |                    | Laboratorio                     |
| 19 | Azúcar                     |             | 99,59      |            | 0,04           |                    | Laboratorio                     |
| 20 | Miel Final                 | 86,12       | 27,5       | 31,93      |                |                    | Laboratorio                     |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>       | <b>Brix</b> | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b> | <b>Volúmen</b>     |                                 |
| 22 |                            | %           | %          | %          | (°C)           | metro <sup>3</sup> |                                 |
| 23 | Jugo Clarificado           | 15,00       | 13,1       | 87,33      | 80             | 1.250              | Laboratorio                     |
| 24 | Meladura                   | 60,00       | 52,96      | 88,27      | 70             | 750                | Laboratorio                     |
| 25 | Masa A                     | 90,00       | 77,14      | 85,71      | 75             | 115                | Laboratorio                     |
| 26 | Miel A                     | 70,00       | 50,43      | 72,04      | 65             | 85                 | Laboratorio                     |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | 73,44       |            |            |                |                    | Peso de Humedad Bagazo 9.886,82 |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       | 61.126,56   |            |            |                |                    | Brix Bagazo 2,72                |
| 30 | Peso de Pol Jugo Mixto     | 8.038,14    |            |            |                |                    | Peso Brix Bagazo 538,23         |
| 31 | Peso Bagazo                | 19.793,44   |            |            |                |                    | Peso Fibra Caña 9.368,39        |
| 32 | Peso de Pol Bagazo         | 399,83      |            |            |                |                    | Fibra % Caña 13,89              |
| 33 | Peso de Pol Caña           | 8.437,97    |            |            |                |                    |                                 |
| 34 | % Extracción Pol           | 95,26       |            |            |                |                    |                                 |

Ilustración 68: Excel con cálculo de Extracción Jugo Absoluto% caña

Los valores de Fibra% bagazo (ecuación 26), Bagazo% caña (ecuación 27), Cachaza% caña (ecuación 28), %Extracción jugo diluido (ecuación 29) e Imbibición% caña (ecuación 30) pueden ser encontrados directamente ya que los valores de sus variables involucradas en cada una de las ecuaciones son conocidas. A continuación, se presenta detalle de ecuaciones y el Excel en la ilustración 70.

| Descripción               | Número de fórmula | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel | Resultado |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------|-----------|
| Fibra%Bagazo              | 26                | B35                           | =100*G31/B31           | 47,33     |
| Bagazo%Caña               | 27                | B36                           | =100*B31/C7            | 29,11     |
| Cachaza%Caña              | 28                | B37                           | = 100*C10/C7           | 4,00      |
| % Extracción Jugo Diluido | 29                | B38                           | =100*B29/C7            | 89,89     |
| Imbibición % Caña         | 30                | B39                           | =100*C8/C7             | 19,00     |

Ilustración 69: detalle de ecuaciones a Aplicar

|    | A                                 | B                | C          | D          | E                                     | F                  | G                |
|----|-----------------------------------|------------------|------------|------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|
| 8  | Agua Imbibición                   | Tonelada         | 12.920     |            |                                       |                    | Fábrica          |
| 9  | Jugo Mixto Bruto                  | Tonelada         | 61.200     |            |                                       |                    | Fábrica          |
| 10 | Cachaza                           | Tonelada         | 2.720      |            |                                       |                    | Fábrica          |
| 11 | Producción Miel Final             | Galón            | 340.000    |            |                                       |                    | Fábrica          |
| 12 | Producción Azúcar                 | Saco 50 Kg.      | 130.548    |            |                                       |                    | Fábrica          |
| 13 | <b>ANÁLISIS</b>                   | <b>Brix</b>      | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Humedad</b>                        | <b>Insolub.</b>    |                  |
| 14 |                                   | %                | %          | %          | %                                     | %                  |                  |
| 15 | Jugo Mixto                        | 15,35            | 13,15      | 85,67      |                                       | 0,12               | Laboratorio      |
| 16 | Jugo Residual                     | 5,25             | 3,9        | 74,29      |                                       |                    | Laboratorio      |
| 17 | Bagazo                            |                  | 2,02       |            | 49,95                                 |                    | Laboratorio      |
| 18 | Cachaza                           |                  | 1,95       |            | 70,25                                 |                    | Laboratorio      |
| 19 | Azúcar                            |                  | 99,59      |            | 0,04                                  |                    | Laboratorio      |
| 20 | Miel Final                        | 86,12            | 27,5       | 31,93      |                                       |                    | Laboratorio      |
| 21 | <b>STOCK FÁBRICA</b>              | <b>Brix</b>      | <b>Pol</b> | <b>Pza</b> | <b>Temper.</b>                        | <b>Volúmen</b>     |                  |
| 22 |                                   | %                | %          | %          | (°C)                                  | metro <sup>3</sup> |                  |
| 23 | Jugo Clarificado                  | 15,00            | 13,1       | 87,33      | 80                                    | 1.250              | Laboratorio      |
| 24 | Meladura                          | 60,00            | 52,96      | 88,27      | 70                                    | 750                | Laboratorio      |
| 25 | Masa A                            | 90,00            | 77,14      | 85,71      | 75                                    | 115                | Laboratorio      |
| 26 | Miel A                            | 70,00            | 50,43      | 72,04      | 65                                    | 85                 | Laboratorio      |
| 27 |                                   |                  |            |            |                                       |                    |                  |
| 28 | <b>Peso Insolubles Jugo Mixto</b> | <b>73,44</b>     |            |            | <b>Peso de Humedad Bagazo</b>         |                    | <b>9.886,82</b>  |
| 29 | <b>Peso Jugo Mixto Neto</b>       | <b>61.126,56</b> |            |            | <b>Brix Bagazo</b>                    |                    | <b>2,72</b>      |
| 30 | <b>Peso de Pol Jugo Mixto</b>     | <b>8.038,14</b>  |            |            | <b>Peso Brix Bagazo</b>               |                    | <b>538,23</b>    |
| 31 | <b>Peso Bagazo</b>                | <b>19.793,44</b> |            |            | <b>Peso Fibra Caña</b>                |                    | <b>9.368,39</b>  |
| 32 | <b>Peso de Pol Bagazo</b>         | <b>399,83</b>    |            |            | <b>Fibra % Caña</b>                   |                    | <b>13,89</b>     |
| 33 | <b>Peso de Pol Caña</b>           | <b>8.437,97</b>  |            |            | <b>Pol % Caña</b>                     |                    | <b>72,47</b>     |
| 34 | <b>% Extracción Pol</b>           | <b>95,26</b>     |            |            | <b>% Extracción Reducida</b>          |                    | <b>95,80</b>     |
| 35 | <b>Fibra%Bagazo</b>               | <b>47,33</b>     |            |            | <b>Peso del Jugo Absoluto</b>         |                    | <b>58.631,61</b> |
| 36 | <b>Bagazo%Caña</b>                | <b>29,11</b>     |            |            | <b>Peso Brix Jugo Mixto</b>           |                    | <b>9.382,93</b>  |
| 37 | <b>Cachaza%Caña</b>               | <b>4,00</b>      |            |            | <b>Brix de Jugo Absoluto</b>          |                    | <b>16,92</b>     |
| 38 | <b>%Extracción Jugo Diluido</b>   | <b>89,89</b>     |            |            | <b>Peso de Jugo Absoluto Extraido</b> |                    | <b>55.450,81</b> |
| 39 | <b>Imbibición%Caña</b>            | <b>19,00</b>     |            |            | <b>Extrac.Jugo Absoluto%caña</b>      |                    | <b>81,55</b>     |

Ilustración 70: calculando Fibra% caña, Bagazo% caña y otros

### 1.11. CÁLCULOS PARA EL BALANCE DE POL

Como fue indicado anteriormente, uno de los balances de mayor utilidad en la industria azucarera es el balance de Pol o sacarosa, que básicamente consiste en determinar y conocer sus componentes tales como el peso Pol de caña, que a su vez debe ser igual a la sumatoria del peso Pol de azúcar y peso Pol de la miel final hecho y estimado, peso de Pol bagazo, peso de Pol cachaza y peso de Pol indeterminados. Idealmente, el peso de Pol indeterminados debería ser cero, pero normalmente los ingenios azucareros conviven con valores diferentes debido, como se explicó anteriormente, a inversiones de Pol a causa de los procesos térmicos, cambios de pH, pérdidas por fugas en los procesos operativos, etc. El resumen del balance de Pol en función de la caña, Pol de la caña y Pol de jugo mixto está descrito en las ilustraciones 3, 4 y 5: estas ecuaciones serán la base para los próximos cálculos.

En las operaciones realizadas anteriores ya es conocido el peso de Pol caña y el peso de Pol bagazo. Va a procederse a determinar el peso Pol cachaza, peso Pol azúcar hecho y estimado, peso Pol miel final hecho y estimado, así como el peso Pol indeterminados.

El peso Pol cachaza es obtenido multiplicando el peso de la cachaza por el %Pol de la cachaza obtenido en el análisis de laboratorio; para ello, utilice la ecuación 32 que, introduciéndola en la celda B47, queda como arrojando el resultando de 53,04 toneladas.

Para el cálculo de peso Pol azúcar hecho, aplicar la ecuación 33, en que se multiplica el peso del azúcar por el %Pol del azúcar obtenido en el análisis de laboratorio. Observe que el peso del azúcar hecho debe estar en toneladas métricas, por lo que el azúcar producido al estar en sacos de 50 kilos habrá que transformarlos a toneladas métricas. La ecuación Excel para el peso Pol de azúcar hecho es ingresado en la celda B48, viéndose con un resultado de 6.500,64 toneladas. El balance de sacarosa, hasta este punto, puede verse en la ilustración 71.

El peso de Pol de azúcar estimado o peso de Pol recobra en *stock* consiste en la cantidad de Pol que puede recuperarse de los diferentes materiales que se encuentran en los diferentes cuerpos operativos de la fábrica, tales como evaporadores, tanques de jugos, cristalizadores, tachos, etc., teniendo en cuenta que no todo el Pol de estos materiales termina como producto final en el envase de azúcar sino que parte del Pol llevará la miel final luego de haber procesado los materiales azucareros que quedaron como inventario o *stock* en fábrica.

Mediante Excel, los cálculos del Pol a recuperar como azúcar no implica operaciones complicadas, sino, al contrario, son de fácil aplicación porque este software posee varias herramientas, entre ellas ecuaciones y funciones, que se vuelven versátiles en el momento de realizar los cálculos azucareros.

Procediendo a las operaciones en Excel, en primera instancia a los volúmenes de los materiales azucareros del *stock*, debe corregirse su volumen en función de la temperatura, ya que, por propiedades físico-químicas de las soluciones, sus volúmenes son afectados por los cambios de temperatura. Convencionalmente, todos los balances azucareros deben ser corregidos a 20 grados centígrados y para ello la tecnología azucarera dispone de tablas de corrección de volumen en función de la temperatura diferente a 20°C, tal como puede ver en el anexo 1.

|    | A                          | B         | C     | D     | E  | F   | G           |
|----|----------------------------|-----------|-------|-------|----|-----|-------------|
| 25 | Masa A                     | 90,00     | 77,14 | 85,71 | 75 | 115 | Laboratorio |
| 26 | Miel A                     | 70,00     | 50,43 | 72,04 | 65 | 85  | Laboratorio |
| 27 |                            |           |       |       |    |     |             |
| 28 | Peso Insolubles Jugo Mixto | 73,44     |       |       |    |     | 9.886,82    |
| 29 | Peso Jugo Mixto Neto       | 61.126,56 |       |       |    |     | 2,72        |
| 30 | Peso de Pol Jugo Mixto     | 8.038,14  |       |       |    |     | 538,23      |
| 31 | Peso Bagazo                | 19.793,44 |       |       |    |     | 9.368,39    |
| 32 | Peso de Pol Bagazo         | 399,83    |       |       |    |     | 13,89       |
| 33 | Peso de Pol Caña           | 8.437,97  |       |       |    |     | 72,47       |
| 34 | % Extracción Pol           | 95,26     |       |       |    |     | 95,80       |
| 35 | Fibra%Bagazo               | 47,33     |       |       |    |     | 58.631,61   |
| 36 | Bagazo%Caña                | 29,11     |       |       |    |     | 9.382,93    |
| 37 | Cachaza%Caña               | 4,00      |       |       |    |     | 16,92       |
| 38 | %Extracción Jugo Diluido   | 89,89     |       |       |    |     | 55.450,81   |
| 39 | Imbibición%Caña            | 19,00     |       |       |    |     | 81,58       |
| 40 |                            |           |       |       |    |     |             |
| 41 |                            |           |       |       |    |     |             |
| 42 |                            |           |       |       |    |     |             |
| 43 | <b>BALANCE DE POL</b>      |           |       |       |    |     |             |
| 44 |                            |           |       |       |    |     |             |
| 45 | Peso de Pol Caña           | 8.437,97  |       |       |    |     |             |
| 46 | Peso de Pol Bagazo         | 399,83    |       |       |    |     |             |
| 47 | Peso de Pol Cachaza        | 53,04     |       |       |    |     |             |
| 48 | Peso de Pol Azúcar Hecho   | 6.500,64  |       |       |    |     |             |

Ilustración 71: primeros cálculos del balance de Pol



Para automatizar la búsqueda del factor de corrección de volumen, llamado también factor de volumen, puede utilizarse las funciones de búsqueda de Excel, procediendo de la siguiente forma:

En el libro de trabajo actual, insertar una hoja nueva haciendo clic con el mouse en el signo + que se muestra en la pestaña de las hojas de Excel y, en seguida, Excel inserta una hoja asignándole el nombre “Hoja2”, puede cambiarse este nombre haciendo clic con el botón derecho del mouse sobre “Hoja2”. A continuación, clic izquierdo en Cambiar nombre y escribir en nuevo nombre como “Tablas”. Una vez realizado este proceso, en la nueva hoja ingresar la tabla del anexo 1. Los cambios realizados pueden observarse en los diferentes gráficos de la ilustración 72.

| TEMP.(°C) | 0      | 5      | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     | 45     | 50     | 55     | 60     | 65     | 70     | 75     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0         | 0,9984 | 0,9976 | 0,9969 | 0,9964 | 0,9958 | 0,9954 | 0,9949 | 0,9945 | 0,9941 | 0,9937 | 0,9934 | 0,9931 | 0,9929 | 0,9928 | 0,9926 | 0,9927 |
| 5         | 0,9982 | 0,9978 | 0,9974 | 0,9970 | 0,9966 | 0,9963 | 0,9960 | 0,9957 | 0,9954 | 0,9952 | 0,9949 | 0,9948 | 0,9946 | 0,9945 | 0,9944 | 0,9945 |
| 10        | 0,9985 | 0,9983 | 0,9981 | 0,9978 | 0,9976 | 0,9974 | 0,9972 | 0,9970 | 0,9969 | 0,9967 | 0,9966 | 0,9964 | 0,9963 | 0,9963 | 0,9962 | 0,9964 |
| 15        | 0,9991 | 0,9990 | 0,9989 | 0,9988 | 0,9987 | 0,9986 | 0,9986 | 0,9985 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9983 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9981 | 0,9981 | 0,9982 |
| 20        | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 25        | 1,0012 | 1,0012 | 1,0013 | 1,0014 | 1,0014 | 1,0015 | 1,0016 | 1,0017 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0019 | 1,0019 | 1,0019 | 1,0020 | 1,0019 |
| 30        | 1,0026 | 1,0026 | 1,0027 | 1,0029 | 1,0030 | 1,0032 | 1,0033 | 1,0035 | 1,0036 | 1,0037 | 1,0038 | 1,0039 | 1,0039 | 1,0039 | 1,0040 | 1,0038 |
| 35        | 1,0042 | 1,0043 | 1,0044 | 1,0046 | 1,0048 | 1,0050 | 1,0052 | 1,0054 | 1,0056 | 1,0057 | 1,0058 | 1,0059 | 1,0060 | 1,0060 | 1,0061 | 1,0058 |
| 40        | 1,0060 | 1,0061 | 1,0063 | 1,0065 | 1,0068 | 1,0070 | 1,0072 | 1,0074 | 1,0076 | 1,0078 | 1,0079 | 1,0080 | 1,0081 | 1,0081 | 1,0082 | 1,0078 |
| 45        | 1,0080 | 1,0081 | 1,0084 | 1,0086 | 1,0088 | 1,0091 | 1,0094 | 1,0096 | 1,0098 | 1,0099 | 1,0100 | 1,0102 | 1,0102 | 1,0103 | 1,0103 | 1,0099 |
| 50        | 1,0102 | 1,0104 | 1,0106 | 1,0109 | 1,0112 | 1,0115 | 1,0117 | 1,0119 | 1,0120 | 1,0122 | 1,0123 | 1,0124 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0121 |
| 55        | 1,0126 | 1,0128 | 1,0131 | 1,0134 | 1,0137 | 1,0139 | 1,0141 | 1,0143 | 1,0144 | 1,0145 | 1,0147 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0143 |
| 60        | 1,0152 | 1,0155 | 1,0158 | 1,0161 | 1,0163 | 1,0165 | 1,0167 | 1,0168 | 1,0169 | 1,0170 | 1,0171 | 1,0172 | 1,0172 | 1,0172 | 1,0171 | 1,0166 |
| 65        | 1,0179 | 1,0184 | 1,0186 | 1,0189 | 1,0191 | 1,0194 | 1,0196 | 1,0196 | 1,0200 | 1,0202 | 1,0199 | 1,0199 | 1,0198 | 1,0194 | 1,0189 | 1,0190 |
| 70        | 1,0209 | 1,0213 | 1,0215 | 1,0218 | 1,0218 | 1,0221 | 1,0223 | 1,0224 | 1,0227 | 1,0229 | 1,0225 | 1,0225 | 1,0223 | 1,0219 | 1,0215 | 1,0214 |
| 75        | 1,0241 | 1,0243 | 1,0244 | 1,0247 | 1,0248 | 1,0250 | 1,0251 | 1,0252 | 1,0254 | 1,0257 | 1,0252 | 1,0251 | 1,0250 | 1,0244 | 1,0241 | 1,0238 |
| 80        | 1,0274 | 1,0273 | 1,0275 | 1,0277 | 1,0279 | 1,0280 | 1,0281 | 1,0281 | 1,0283 | 1,0286 | 1,0280 | 1,0278 | 1,0277 | 1,0270 | 1,0268 | 1,0263 |
| 85        | 1,0308 | 1,0307 | 1,0309 | 1,0309 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0317 | 1,0310 | 1,0306 | 1,0305 | 1,0279 | 1,0294 | 1,0289 |
| 90        | 1,0342 | 1,0342 | 1,0344 | 1,0344 | 1,0347 | 1,0346 | 1,0345 | 1,0344 | 1,0343 | 1,0347 | 1,0340 | 1,0334 | 1,0334 | 1,0326 | 1,0322 | 1,0316 |
| 95        | 1,0376 | 1,0379 | 1,0380 | 1,0380 | 1,0382 | 1,0381 | 1,0379 | 1,0377 | 1,0375 | 1,0378 | 1,0371 | 1,0364 | 1,0363 | 1,0354 | 1,0351 | 1,0343 |
| 100       | 1,0411 | 1,0417 | 1,0418 | 1,0417 | 1,0417 | 1,0415 | 1,0413 | 1,0412 | 1,0409 | 1,0409 | 1,0403 | 1,0395 | 1,0393 | 1,0383 | 1,0380 | 1,0370 |

Ilustración 72: insertando nueva hoja, cambiando nombre de hoja e ingresando tabla de factores de corrección de volumen por temperatura

Como ejemplo de búsqueda manual del factor de corrección de una solución de sacarosa con Brix de 50 y temperatura de 70 °C, de la tabla puede observarse el valor de 1.0225. Para evitar la forma manual de búsqueda, Excel dispone de la función:

### Sintaxis de la función BUSCARV

BUSCARV(valor\_buscado;matriz\_buscar\_en;indicador\_columnas;  
[ordenado])

Ilustración 73: sintaxis de la Función BUSCARV

De donde

**valor\_buscado:** corresponde al valor a buscarse, puede ser un dato o la referencia de una celda.

**matriz\_buscar\_en:** referencia de la matriz o rango, en cuya primera columna se buscará el valor requerido.

**indicador\_columnas:** número de columna en la matriz o rango en que se busca el valor.

**[ordenado]:** falso, si la búsqueda será exacta. Verdadero, si búsqueda será aproximada. Para resolver el ejemplo, utilizando la tabla de los factores de corrección de la ilustración 3.12, cuya matriz o rango es A4:Q100 la función de búsqueda quedará como:

=BUSCARV(70;A4:Q100;12;FALSO)

Su resultado será el valor de 1,0255.

Pero, si se observa esta última ecuación, el valor de indicador columna previamente debe ser conocido, para el ejemplo el valor del Brix de 50 fue ubicado manualmente en la columna 12 de la tabla para proceder a colocarlo en la ecuación; entonces, esta forma de búsqueda no es tan eficiente para los propósitos del cálculo, porque lo que se pretende es automatizar los cálculos y para ello puede acudir a una función que permita buscar o devolver el número de columna en donde está ubicado un valor determinado, esta función es :

#### Sintaxis de la función COINCIDIR

```
COINCIDIR(valor_busca;matriz_busca;[tipo_coincidencia])
```

Ilustración 74: sintaxis de la Función COINCIDIR

De donde

**valor\_busca:** valor que desea buscar en matriz\_buscar\_en. El valor puede ser un dato o referencia de celda.

**matriz\_busca:** rango de celdas en donde se procederá la búsqueda.

**tipo\_coincidencia:** puede ser el valor -1, 0 o 1. El valor cero 0 generará una búsqueda exacta sin importar que la matriz no está ordenada; -1 genera una búsqueda de un valor menor que el valor buscado, devolviendo el número de columna de su ubicación, la matriz debe estar ordenada en forma ascendente; 1 genera una búsqueda mayor que el valor buscado devolviendo el número de columna de su ubicación, la matriz debe estar ordenada en forma descendente.

Entonces, complementando la función BUSCARV con la función COINCIDIR, se tiene la nueva ecuación para buscar un valor, será como:

#### Sintaxis de la combinación de funciones BUSCARV y COINCIDIR

```
BUSCARV(valor_buscado;matriz_buscar_en;COINCIDIR(valor_busca;matriz_busca;[tipo_coincidencia]);[ordenado])
```

Ilustración 75: sintaxis de la combinación de funciones BUSCARV y COINCIDIR

Para el ejemplo:

**valor\_buscado:** valor de la temperatura, 70.

**matriz\_buscar\_en:** el rango de la tabla, A4:Q100.

**valor\_busca:** valor del Brix, 50.

**matriz\_busca:** el rango de la primera fila de la tabla, A3:Q3.

**[tipo\_coincidencia]:** 0, búsqueda exacta.

**[ordenado]:** falso, búsqueda exacta.

La función o ecuación escrita en la celda de interés de Excel queda como:

=BUSCARV(70;A4:Q100;COINCIDIR(50;A3:Q3;0);FALSO)

El resultado de esta ecuación será 1.0225.

Como se indicó anteriormente, los argumentos **valor\_buscado** y **valor\_busca**, para el caso del ejemplo serán los valores de temperatura y Brix, no solamente pueden ser valores, también pueden ser referencias de celdas, por ejemplo, si en la hoja de Excel el valor de la temperatura está en la celda K26 y el valor del Brix en la celda K27, entonces ingresar la ecuación en la celda K28 tal como indica la ilustración 76.

| TEMP. [°C] | 0      | 5      | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     | 45     | 50     | 55     | 60     | 65     | 70     | 75     |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0          | 0.9984 | 0.9976 | 0.9969 | 0.9964 | 0.9958 | 0.9954 | 0.9949 | 0.9945 | 0.9941 | 0.9937 | 0.9934 | 0.9931 | 0.9929 | 0.9928 | 0.9926 | 0.9927 |
| 5          | 0.9982 | 0.9978 | 0.9974 | 0.9970 | 0.9966 | 0.9963 | 0.9960 | 0.9957 | 0.9954 | 0.9952 | 0.9949 | 0.9948 | 0.9946 | 0.9945 | 0.9944 | 0.9945 |
| 10         | 0.9985 | 0.9983 | 0.9981 | 0.9978 | 0.9976 | 0.9974 | 0.9972 | 0.9970 | 0.9969 | 0.9967 | 0.9966 | 0.9964 | 0.9963 | 0.9963 | 0.9962 | 0.9964 |
| 15         | 0.9991 | 0.9990 | 0.9989 | 0.9988 | 0.9987 | 0.9986 | 0.9985 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9983 | 0.9982 | 0.9982 | 0.9981 | 0.9981 | 0.9981 | 0.9982 |
| 20         | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 25         | 1.0012 | 1.0012 | 1.0013 | 1.0014 | 1.0014 | 1.0015 | 1.0015 | 1.0017 | 1.0018 | 1.0018 | 1.0018 | 1.0019 | 1.0019 | 1.0019 | 1.0019 | 1.0019 |
| 30         | 1.0026 | 1.0026 | 1.0027 | 1.0029 | 1.0030 | 1.0032 | 1.0033 | 1.0035 | 1.0036 | 1.0037 | 1.0038 | 1.0039 | 1.0039 | 1.0039 | 1.0040 | 1.0038 |
| 35         | 1.0042 | 1.0043 | 1.0044 | 1.0046 | 1.0048 | 1.0050 | 1.0052 | 1.0054 | 1.0056 | 1.0057 | 1.0058 | 1.0059 | 1.0060 | 1.0060 | 1.0061 | 1.0058 |
| 40         | 1.0060 | 1.0061 | 1.0063 | 1.0065 | 1.0068 | 1.0070 | 1.0072 | 1.0074 | 1.0076 | 1.0078 | 1.0079 | 1.0080 | 1.0081 | 1.0081 | 1.0082 | 1.0078 |
| 45         | 1.0080 | 1.0081 | 1.0084 | 1.0086 | 1.0086 | 1.0091 | 1.0094 | 1.0096 | 1.0098 | 1.0099 | 1.0100 | 1.0102 | 1.0102 | 1.0103 | 1.0103 | 1.0099 |
| 50         | 1.0102 | 1.0104 | 1.0106 | 1.0109 | 1.0112 | 1.0115 | 1.0117 | 1.0119 | 1.0120 | 1.0122 | 1.0123 | 1.0124 | 1.0125 | 1.0125 | 1.0125 | 1.0121 |
| 55         | 1.0126 | 1.0128 | 1.0131 | 1.0134 | 1.0137 | 1.0139 | 1.0141 | 1.0143 | 1.0144 | 1.0145 | 1.0147 | 1.0148 | 1.0148 | 1.0148 | 1.0148 | 1.0143 |
| 60         | 1.0152 | 1.0155 | 1.0158 | 1.0161 | 1.0163 | 1.0165 | 1.0167 | 1.0168 | 1.0169 | 1.0170 | 1.0171 | 1.0172 | 1.0172 | 1.0172 | 1.0171 | 1.0166 |
| 65         | 1.0179 | 1.0184 | 1.0186 | 1.0189 | 1.0191 | 1.0194 | 1.0196 | 1.0196 | 1.0200 | 1.0202 | 1.0199 | 1.0199 | 1.0198 | 1.0194 | 1.0189 | 1.0190 |
| 70         | 1.0209 | 1.0213 | 1.0215 | 1.0218 | 1.0218 | 1.0221 | 1.0223 | 1.0224 | 1.0227 | 1.0229 | 1.0225 | 1.0225 | 1.0223 | 1.0219 | 1.0215 | 1.0214 |
| 75         | 1.0241 | 1.0243 | 1.0244 | 1.0247 | 1.0248 | 1.0250 | 1.0251 | 1.0252 | 1.0254 | 1.0257 | 1.0252 | 1.0251 | 1.0250 | 1.0244 | 1.0241 | 1.0238 |
| 80         | 1.0274 | 1.0273 | 1.0275 | 1.0277 | 1.0279 | 1.0280 | 1.0281 | 1.0281 | 1.0283 | 1.0286 | 1.0280 | 1.0278 | 1.0277 | 1.0270 | 1.0268 | 1.0263 |
| 85         | 1.0308 | 1.0307 | 1.0309 | 1.0309 | 1.0312 | 1.0312 | 1.0312 | 1.0312 | 1.0312 | 1.0317 | 1.0310 | 1.0306 | 1.0305 | 1.0279 | 1.0294 | 1.0289 |
| 90         | 1.0342 | 1.0342 | 1.0344 | 1.0344 | 1.0347 | 1.0346 | 1.0345 | 1.0344 | 1.0343 | 1.0347 | 1.0340 | 1.0334 | 1.0334 | 1.0326 | 1.0322 | 1.0316 |
| 95         | 1.0376 | 1.0379 | 1.0380 | 1.0380 | 1.0382 | 1.0381 | 1.0379 | 1.0377 | 1.0375 | 1.0378 | 1.0371 | 1.0364 | 1.0363 | 1.0354 | 1.0351 | 1.0343 |
| 100        | 1.0411 | 1.0417 | 1.0418 | 1.0417 | 1.0417 | 1.0415 | 1.0413 | 1.0412 | 1.0409 | 1.0409 | 1.0403 | 1.0395 | 1.0393 | 1.0383 | 1.0380 | 1.0370 |

TEMPERATURA: 70,00 °C  
BRIX: 50,00 %  
FACTOR COR.: =BUSCARV(K26;A3:Q24;COINCIDIR(K27;A3:Q3;0);FALSO)

Ilustración 76: utilizando las funciones BUSCARV y COINCIDIR para búsqueda de un valor en una tabla

El resultado que mostrará la celda K28 será 1.0225.

En este caso, por ejemplo, se dispone hallar el factor de corrección de volumen para una temperatura de 58 °C y Brix de 73. Observando en la ilustración 76, los valores de temperatura y Brix mencionados no existen; por lo tanto, no es posible, en primera instancia, determinar el factor solicitado.

Para su solución, en este caso, Excel también dispone de herramientas o funciones que permiten la interpolación de valores ya sea lineal o polinómica, para la interpolación de las diferentes tablas utilizadas en el que hacer azucarero la interpolación lineal ha resultado muy efectiva. Entre las funciones de interpolación lineal, Excel dispone de la función:

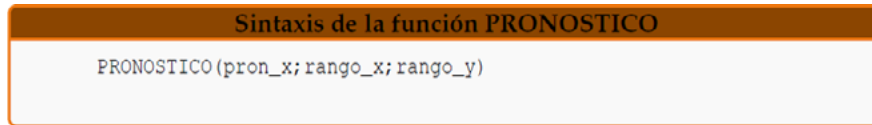


Ilustración 77: sintaxis de la Función PRONOSTICO

De donde

**pron\_x:** valor del cual se desea conocer el valor de la variable dependiente. **rango\_x:** Matriz o rango de valores x.

**rango\_y:** matriz o rango de valores y.

Ejemplo: con base en la tabla de la ilustración 76, calcular cuál será el factor de corrección del volumen a una temperatura de 30 °C y Brix de 43.

**Solución**

Para interpolar aplicar la función PRONÓSTICO en una celda de Excel, en que la matriz o rango de valores x estará conformado con los factores de corrección a la temperatura de 30 °C para Brix de 40 y 45 que son los límites dentro del cual se encuentra el Brix del problema cuyo valor es 43, en la tabla estos límites están representados en el rango J10:K10. La matriz o rango de valores y está conformada por los dos valores límites del Brix, esto es 40 y 45 ubicados en el rango J3:K3. La ecuación o función queda como:

=PRONÓSTICO(43;J10:K10;J3:K3)

Marca quille 70,79

Arrojando un resulta de 1,00366. Ver ilustración 3.14

| TEMP.(°C) | 0      | 5      | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     | 45     | 50     | 55     | 60     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0         | 0,9984 | 0,9976 | 0,9969 | 0,9964 | 0,9958 | 0,9954 | 0,9949 | 0,9945 | 0,9941 | 0,9937 | 0,9934 | 0,9931 | 0,9929 |
| 5         | 0,9982 | 0,9978 | 0,9974 | 0,9970 | 0,9966 | 0,9963 | 0,9960 | 0,9957 | 0,9954 | 0,9952 | 0,9949 | 0,9948 | 0,9946 |
| 10        | 0,9985 | 0,9983 | 0,9981 | 0,9978 | 0,9976 | 0,9974 | 0,9972 | 0,9970 | 0,9969 | 0,9967 | 0,9966 | 0,9964 | 0,9963 |
| 15        | 0,9991 | 0,9990 | 0,9989 | 0,9988 | 0,9987 | 0,9986 | 0,9985 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9983 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9981 |
| 20        | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 25        | 1,0012 | 1,0012 | 1,0013 | 1,0014 | 1,0014 | 1,0015 | 1,0016 | 1,0017 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0019 | 1,0019 |
| 30        | 1,0026 | 1,0026 | 1,0027 | 1,0029 | 1,0030 | 1,0032 | 1,0033 | 1,0035 | 1,0036 | 1,0037 | 1,0038 | 1,0039 | 1,0039 |
| 35        | 1,0042 | 1,0043 | 1,0044 | 1,0046 | 1,0048 | 1,0050 | 1,0052 | 1,0054 | 1,0056 | 1,0057 | 1,0058 | 1,0059 | 1,0060 |
| 40        | 1,0060 | 1,0061 | 1,0063 | 1,0065 | 1,0068 | 1,0070 | 1,0072 | 1,0074 | 1,0076 | 1,0078 | 1,0079 | 1,0080 | 1,0081 |
| 45        | 1,0080 | 1,0081 | 1,0084 | 1,0086 | 1,0088 | 1,0091 | 1,0094 | 1,0096 | 1,0098 | 1,0099 | 1,0100 | 1,0102 | 1,0102 |
| 50        | 1,0102 | 1,0104 | 1,0106 | 1,0109 | 1,0112 | 1,0115 | 1,0117 | 1,0119 | 1,0120 | 1,0122 | 1,0123 | 1,0124 | 1,0125 |
| 55        | 1,0126 | 1,0128 | 1,0131 | 1,0134 | 1,0137 | 1,0139 | 1,0141 | 1,0143 | 1,0144 | 1,0145 | 1,0147 | 1,0148 | 1,0148 |
| 60        | 1,0152 | 1,0155 | 1,0158 | 1,0161 | 1,0163 | 1,0165 | 1,0167 | 1,0168 | 1,0169 | 1,0170 | 1,0171 | 1,0172 | 1,0172 |
| 65        | 1,0179 | 1,0184 | 1,0186 | 1,0189 | 1,0191 | 1,0194 | 1,0196 | 1,0196 | 1,0200 | 1,0202 | 1,0199 | 1,0199 | 1,0198 |
| 70        | 1,0209 | 1,0213 | 1,0215 | 1,0218 | 1,0218 | 1,0221 | 1,0223 | 1,0224 | 1,0227 | 1,0229 | 1,0226 | 1,0225 | 1,0223 |
| 75        | 1,0241 | 1,0243 | 1,0244 | 1,0247 | 1,0248 | 1,0250 | 1,0251 | 1,0252 | 1,0254 | 1,0257 | 1,0252 | 1,0251 | 1,0250 |
| 80        | 1,0274 | 1,0273 | 1,0275 | 1,0277 | 1,0279 | 1,0280 | 1,0281 | 1,0281 | 1,0283 | 1,0286 | 1,0280 | 1,0278 | 1,0277 |
| 85        | 1,0308 | 1,0307 | 1,0309 | 1,0309 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0317 | 1,0310 | 1,0306 | 1,0305 |
| 90        | 1,0342 | 1,0342 | 1,0344 | 1,0344 | 1,0347 | 1,0346 | 1,0345 | 1,0344 | 1,0343 | 1,0347 | 1,0340 | 1,0334 | 1,0334 |
| 95        | 1,0376 | 1,0379 | 1,0380 | 1,0380 | 1,0382 | 1,0381 | 1,0379 | 1,0377 | 1,0375 | 1,0378 | 1,0371 | 1,0364 | 1,0363 |
| 100       | 1,0411 | 1,0417 | 1,0418 | 1,0417 | 1,0417 | 1,0415 | 1,0413 | 1,0412 | 1,0409 | 1,0409 | 1,0403 | 1,0395 | 1,0393 |

Problema: A 30 °C encontrar el valor de factor de corrección para un brix de 43

SOLUCIÓN: FACTOR =PRONOSTICO(43;J10:K10;J3:K3) 1,00366

Ilustración 78: interpolando valores con la función PRONOSTICO

Del punto de vista matemático, la función PRONÓSTICO prácticamente representa al modelo de una función lineal; por lo tanto, la interpolación se puede calcular también con la siguiente ecuación:

$$y = \frac{(x - x_1) \cdot (y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} + y_1$$

*Ecuación 44: Interpolación*

Así para el último ejercicio realizado, identificando las variables como: x = Brix al cual se determinará el factor de corrección = 43

x1 = Brix inferior = 40 x2 = Brix superior = 45

y1 = Factor de corrección a 30 °C y Brix de 40 = 1,0036 y2 = Factor de corrección a 30 °C y Brix de 45 = 1,0037

$$FacCorr = y = \frac{(43 - 40) \cdot (1,0073)}{(45 - 40)} + 1,0036$$

$$Fac\_Corr = y = 1,00366$$

*Ecuación 45: Factor de Correlación Aplicado*

Una vez conocido la habilidad de la función PRONÓSTICO, con su aplicación puede resolverse el problema planteado en párrafos anteriores, esto es determinar el factor de corrección de volumen para una temperatura de 58 °C y Brix de 73. Para su solución en primera instancia, de la tabla de la Ilustración 76 determinar la temperatura inferior máxima y superior mínima para la temperatura problema 58 °C. De la ilustración 77 se desprende que estos valores son 55 °C y 60 °C.

De la misma forma proceder con el Brix problema de 73, su Brix inferior máximo y Brix superior mínimo corresponden a los valores de 70 y 75.

Como siguiente paso, utilizando la ilustración 77 se puede encontrar los factores de corrección para los siguientes pares de datos mostrados a continuación, que servirán para calcular una serie de interpolaciones para la solución del problema.

| Temperatura (°C) | Brix | Factor de Corrección de Volumen |
|------------------|------|---------------------------------|
| 55               | 70   | 1,0148                          |
| 55               | 75   | 1,0143                          |
| 60               | 70   | 1,0171                          |
| 60               | 75   | 1,0166                          |

*Ilustración 79: interpolaciones*

Como indica el cuadro, para la solución del problema en primer lugar interpolar los factores de corrección para los valores de Brix 70 y 75 a una temperatura de 55 °C para obtener un factor de corrección para un Brix de 73 °C a 55 °C etiquetado como Fb7075t55. El mismo procedimiento para los valores de Brix 70 y 75 pero a la temperatura de 60 °C,

para obtener el factor de corrección resultante Fb7075t60. El detalle del cálculo mediante la ecuación matemática de interpolación puede verse a continuación:

$$y = \frac{(x - x_1) \cdot (y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} + y_1$$

*Ecuación 46: Interpolación*

Cálculo de factor de corrección para Brix de 73 y temperatura de 55°C

$$Fb7075t55 = \frac{(73 - 70) \cdot (1,0143 - 1,0148)}{(75 - 70)} + 1,0148$$

$$Fb7075t55 = 1,0145$$

Cálculo de factor de corrección para Brix de 73 y temperatura de 60°C

$$Fb7075t60 = \frac{(73 - 70) \cdot (1,0166 - 1,0171)}{(75 - 70)} + 1,0171$$

$$Fb7075t60 = 1,0168$$

Ahora, si se interpola los factores Fb7075t55 y Fb7075t60 a una temperatura de 58 °C, habrá de obtenerse la respuesta buscada; es decir, el factor de corrección de volumen para un Brix de 73 y temperatura de 58, quedando como:

Cálculo de factor de corrección para Brix de 73 y temperatura de 58°C

$$Fac\_CorrB\_73\_T\_58 = \frac{(58 - 55) \cdot (1,0168 - 1,0145)}{60 - 55} + 1,0145$$

$$Fac\_Corr B\_73\_T\_58 = 1,01588 \text{ Solución.}$$

Aprovechando las bondades de Excel, estos cálculos manuales pueden ser automatizados de varias formas utilizando sus diferentes funciones ya tratadas, entre ellas BUSCAR, COINCIDIR, PRONÓSTICO e ÍNDICE.

La función ÍNDICE permite conocer el valor que se encuentra en una determinada posición de fila y columna en una matriz. Su sintaxis es:

#### Sintaxis de la función ÍNDICE

ÍNDICE(matriz;nun\_fila;nun\_colum)

*Ecuación 47: sintaxis de la función ÍNDICE*

De donde

**matriz:** tabla o matriz de búsqueda.

**nun\_fila:** el número de fila de la tabla o matriz en donde buscar valor.

**num\_colum:** el número de columna de la tabla o matriz en donde buscar valor.

Ejemplo: con base en la tabla de la ilustración 76, calcular cuál será el factor de corrección del volumen ubicado en la fila 5 y columna 6.

### Solución

Escribir en una celda de Excel, la siguiente ecuación o función:

=ÍNDICE(A3:Q24;5;6)

El resultado será 0.9987.

Para agilizar mucho más la búsqueda, Excel dispone de módulos llamados complementos que permiten realizar cálculos más directos, evitando operaciones adicionales que deben ser generadas por el usuario. Estos complementos pueden venir incluidos en Microsoft Excel o pueden cargarse desde una fuente externa.

Para resolver mediante Excel la búsqueda del factor de corrección de volumen de una solución azucarada solo ingresando el valor de Brix de 73 y temperatura de 58, en primera instancia utilizar una ecuación compuesta de las funciones ÍNDICE y COINCIDIR para encontrar los valores más próximos inferior y superior tanto para el Brix como para la temperatura. A continuación, usando la ecuación compuesta de las funciones BUSCARV y COINCIDIR buscará en la tabla de la ilustración 76 los cuatro factores de corrección correspondientes a: temperatura inferior - Brix inferior, temperatura inferior - Brix superior, temperatura superior - Brix inferior y temperatura superior-Brix superior.

Para el siguiente paso, en la interpolación los factores de corrección de volumen para temperatura inferior - Brix inferior y temperatura inferior - Brix superior, utilizar la función PRONÓSTICO. Proceder de la misma forma para interpolar los factores de corrección para temperatura superior - Brix inferior y temperatura superior - Brix superior.

Como último paso, volver a utilizar la función PRONÓSTICO para interpolar los dos factores de corrección obtenidos según lo indicado en el párrafo anterior, esto es el resultante de las combinaciones de temperatura y Brix, es decir entre los factores de corrección volumen a temperatura inferior - Brix 73 y temperatura superior - Brix 73. A continuación, en el siguiente cuadro, el detalle de ecuaciones aplicadas en la hoja "Tablas" de Excel para la solución del problema propuesto.

| Descripción   | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel                            | Resultado |
|---|-------------------------------|---|-----------|
| Busca temperatura inferior 58 °C                        | N26                           | =INDICE(A4:A24;COINCIDIR(N25;A4:A24;1);1)         | 55        |
| Busca temperatura superior a 58 °C                      | N27                           | =INDICE(A4:A24;COINCIDIR(N25;A4:A24)+1;1)         | 60        |
| Buscar brix inferior a 73                               | P26                           | =INDICE(B3:Q3;1;COINCIDIR(P25;B3:Q3;1))           | 70        |
| Buscar brix superior a 73                               | P27                           | =INDICE(B3:Q3;1;COINCIDIR(P25;B3:Q3)+1)           | 76        |
| Factor corrección volumen a temperatura 55 y brix 70    | N28                           | =BUSCARV(N26;A3:Q24;COINCIDIR(P26;A3:Q3;0);FALSO) | 1,0148    |
| Factor corrección volumen a temperatura 55 y brix 75    | N29                           | =BUSCARV(N26;A3:Q24;COINCIDIR(P27;A3:Q3;0);FALSO) | 1,0143    |
| Factor corrección volumen a temperatura 60 y brix 70    | P28                           | =BUSCARV(N27;A3:Q24;COINCIDIR(P26;A3:Q3;0);FALSO) | 1,0171    |
| Factor corrección volumen a temperatura 60 y brix 75    | P29                           | =BUSCARV(N27;A3:Q24;COINCIDIR(P27;A3:Q3;0);FALSO) | 1,0166    |
| Factor corrección volumen para brix 73 y temperatura 55 | N30                           | =PRONOSTICO(P25;N28;N29;P26;P27)                  | 1,0145    |
| Factor corrección volumen para brix 73 y temperatura 60 | N31                           | =PRONOSTICO(P25;P28;P29;P26;P27)                  | 1,0168    |
| FACTOR CORRECIÓN VOLUMEN BRUX Y TEMPERATURA 58          | P30                           | =PRONOSTICO(N25;N30;N31;N26;N27)                  | 1,01588   |

Ilustración 80: ecuaciones aplicadas en la hoja "Tablas" de Excel para la solución del problema propuesto

La aplicación práctica de ecuaciones y resultados indicados en esta última ilustración puede verse en la ilustración 81.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a data table and a summary table. The data table has columns for temperature (TEMP [°C]) and brix values (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75). The summary table lists correction factors for various combinations of temperature and brix.

| Temp.Problema  | Brix Problema  | Temp.Problema  | Brix Problema  |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 58.00          | 73.00          | 58.00          | 70.00          |
| Temp.Inferior  | Brix Inferior  | Temp.Superior  | Brix Superior  |
| 60.00          | 75.00          | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| 1.0148         | 1.0171         | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| 1.0143         | 1.0166         | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| 1.0145         | 1.0168         | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| 1.0168         | 1.01588        | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |
| 1.0166         |                | Fac. Tmf. Brix | Fac. Tmp. Brix |

Ilustración 81: interpolando valores encontrar factor de corrección de volumen para temperatura de 58°C y Brix de 73

Como lo indicado en párrafos anteriores, Microsoft Excel en su sistema incluye unos módulos llamados Complementos que incrementan la versatilidad y funcionalidad de Excel en tareas específicas o especiales. Estos complementos por defecto no están



habilitados, por lo que el usuario, de acuerdo al Complemento de su interés, debe habilitarlo manualmente; así, si desea resolver problemas de programación lineal, por ejemplo, optimización de mezclas, tiempo u otros recursos, es necesario activar el Complemento Solver, para ello proceder de la siguiente manera:

En la barra de menú de Excel, hacer clic en la opción Archivo y desplegara ventana Información, ver ilustración 82 y 83.

| FACTORES PARA CORRECCIÓN DE VOLÚMENES DE SOLUCIONES DE SACAROSA A DIFERENTES TEMPERATURAS |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PORCENTAJE EN PESO DE SACAROSA  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TEMP (°C)   | 0      | 5      | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     | 45     | 50     | 55     | 60     | 65     | 70     |
| 0.00  | 0.9984 | 0.9976 | 0.9969 | 0.9964 | 0.9958 | 0.9954 | 0.9949 | 0.9945 | 0.9941 | 0.9937 | 0.9934 | 0.9931 | 0.9929 | 0.9928 | 0.9926 |
| 5.00  | 0.9982 | 0.9978 | 0.9974 | 0.9970 | 0.9966 | 0.9963 | 0.9960 | 0.9957 | 0.9954 | 0.9952 | 0.9949 | 0.9948 | 0.9946 | 0.9945 | 0.9944 |
| 10.00   | 0.9985 | 0.9983 | 0.9981 | 0.9978 | 0.9976 | 0.9974 | 0.9972 | 0.9970 | 0.9969 | 0.9967 | 0.9966 | 0.9964 | 0.9963 | 0.9963 | 0.9962 |
| 15.00   | 0.9991 | 0.9990 | 0.9989 | 0.9988 | 0.9987 | 0.9986 | 0.9985 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9983 | 0.9982 | 0.9982 | 0.9981 | 0.9981 | 0.9981 |
| 20.00   | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 25.00   | 1.0012 | 1.0012 | 1.0013 | 1.0014 | 1.0014 | 1.0015 | 1.0016 | 1.0017 | 1.0018 | 1.0018 | 1.0018 | 1.0019 | 1.0019 | 1.0019 | 1.0020 |

Ilustración 82: opción Archivo de la Barra de Menú



Ilustración 83: opciones para activar complementos

Luego hacer clic en Opciones y emergerá la ventana Opciones de Excel, en la opción Complementos, y mostrará la ventana como indica la ilustración 84, a continuación, en Ir... y en la ventana Complementos colocar visto en la opción Solver y oprimir tecla Aceptar, ver ilustración 85.

De esta forma queda habilitado el complemento que permitirá a Excel resolver problemas de programación lineal entre otros.

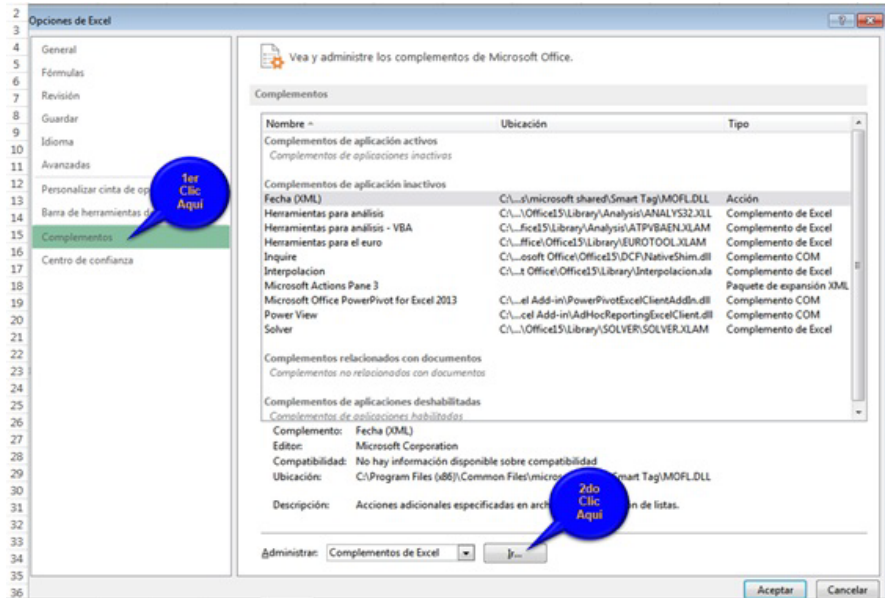


Ilustración 84: administración de complementos

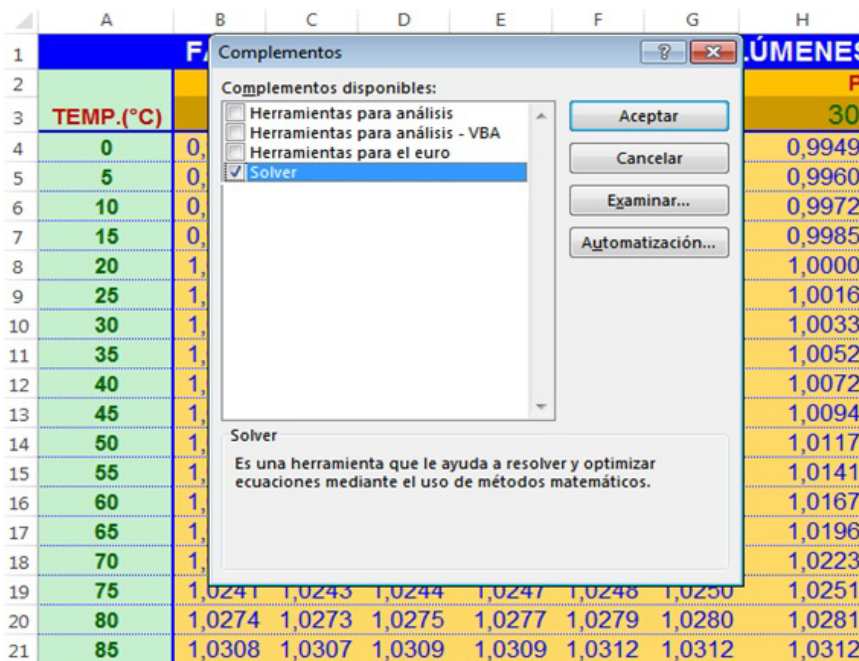


Ilustración 85: habilitando el complemento Solver

Existe un complemento que permita realizar una gran variedad de interpolaciones, incluyendo aquellas realizadas en algunos los ejemplos de este texto. Entre las ventajas de utilizar las funciones de interpolación de este complemento, está la facilidad de realizar cálculos directos sin necesidad de procesos intermedios como los realizados en los cálculos de los factores de corrección de volumen para temperatura de 58 °C y Brix de 73. Este complemento para interpolaciones no viene incluido en Microsoft Excel por lo que se requiere invocarlo externamente. En internet existe varios sitios desde donde puede bajarse este complemento, uno de los sitios es:

<http://personales.gestion.unican.es/martinji/Interpolacion.htm>

En la página de este sitio se encuentra el archivo comprimido "InterpolacionV2.zip", de este extraer los archivos "Interpolacion.xla" e "Interpolacion.chm" y copiarlo en la carpeta "c:\program files\microsoft office\office16\library" para el caso de Microsoft Excel o en la carpeta respectiva de Microsoft Office según la versión.

Una vez realizado la copia de estos dos archivos en la carpeta indicada, el complemento "Interpolacion.xla" queda listo.

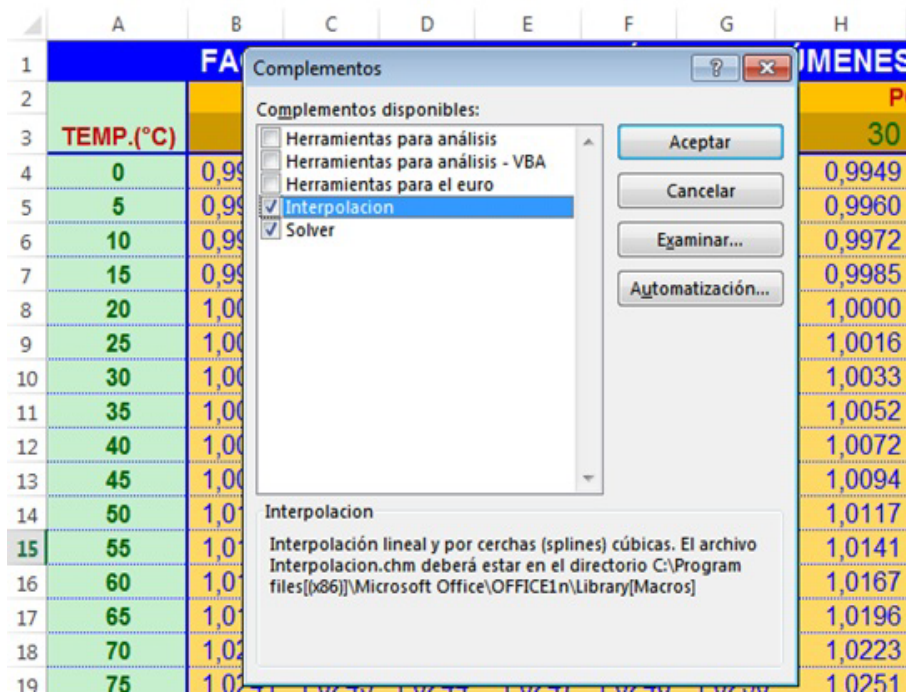


Ilustración 86: habilitando el complemento Interpolación

Habilitado el Complemento Interpolación es factible utilizar la función:

#### Sintaxis de la función INTERPO2

```
INTERPO2(val_fila;val_colum;matriz)
```

Ilustración 87: sintaxis de la función INTERPO2

De donde

**val\_fila:** valor de la fila a interpolar.

**val\_colum:** valor de la columna a interpolar.

**matriz:** rango de celdas de la tabla en donde se encontrará el valor resultante de la interpolación

Esta función permite resolver directamente, sin necesidad de operaciones adicionales, el problema de determinar el factor de corrección de volumen para una

solución azucarada a una temperatura de 58 °C y Brix de 73 con base en la tabla de la ilustración 76.

### Solución

En una celda de Excel, aplicando la función INTERPO2 para los datos dados, queda como:

$$=INTERPO2(58;73;A3:Q24)$$

Arrojando un resultado de 1,01588, valor igual al obtenido por el método manual y por el uso de funciones de búsqueda de Excel aplicados en párrafos anteriores.

En la ilustración 88 puede observarse el uso de la función INTERPO2 con referencias de celdas.

Las principales funciones de interpolación que dispone el complemento Interpolación.xla, son las siguientes:

| Función   | Descripción                                |
|-----------|--|
| INTERPO   | Interpolación lineal                       |
| INTERPO2  | Interpolación y extrapolación lineal doble |
| INTERPO2N | Interpolación lineal doble                 |
| CERCHA    | Interpolación por splines o cerchas        |
| CERCHAC   | Coefficientes de las cerchas               |
| CERCHACOE | Coefficientes de las cerchas               |
| CERCHAP   | Pendiente en los puntos dados              |
| CERCHAPI  | Pendiente inicial de la primera cercha     |
| CERCHAPF  | Pendiente final de la última cercha        |
| CERCHAREA | Área entre la cercha y el eje X            |

Ilustración 88: funciones de Interpolación

Como habrá notado el lector, en este capítulo el énfasis en interpolaciones ha sido considerable, debido que, en muchos cálculos de la tecnología azucarera, es necesario acudir a tablas sobre las cuales, en la mayoría de veces, debe realizarse interpolaciones para encontrar los valores deseados.

| ANTES TEMPERATURAS |        |        |        |        |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 60     | 65     | 70     | 75     |
| 4                  | 0,9929 | 0,9928 | 0,9928 | 0,9927 |
| 5                  | 0,9946 | 0,9945 | 0,9944 | 0,9945 |
| 6                  | 0,9963 | 0,9963 | 0,9962 | 0,9964 |
| 7                  | 0,9981 | 0,9981 | 0,9981 | 0,9982 |
| 8                  | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 9                  | 1,0019 | 1,0019 | 1,0020 | 1,0019 |
| 10                 | 1,0039 | 1,0039 | 1,0040 | 1,0038 |
| 11                 | 1,0060 | 1,0060 | 1,0061 | 1,0058 |
| 12                 | 1,0081 | 1,0081 | 1,0082 | 1,0078 |
| 13                 | 1,0102 | 1,0103 | 1,0103 | 1,0099 |
| 14                 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0121 |
| 15                 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0143 |
| 16                 | 1,0172 | 1,0172 | 1,0171 | 1,0168 |
| 17                 | 1,0198 | 1,0194 | 1,0189 | 1,0190 |
| 18                 | 1,0223 | 1,0219 | 1,0215 | 1,0214 |

| FACTOR DE CORRECCIÓN DE VOLUMEN POR TEMPERATURA UTILIZANDO LA FUNCIÓN INTERPO2 |         |
|--|---------|
| Temperatura Problema   | 58,00   |
| Brix Problema  | 73,00   |
| Factor de Corrección   | 1,01588 |

Ilustración 89: calculando Factor de corrección de volumen utilizando la función INTERPO2(val\_fila;val\_colum;matriz)

Retomando los cálculos del balance de Pol y conociendo las técnicas de interpolar con Excel, es factible encontrar los factores de corrección de volumen por temperatura que permitirán determinar el peso de Pol de azúcar estimado que representa el Pol que puede recuperarse de los diferentes materiales en proceso almacenados en cuerpos como evaporadores, tanques de jugos, cristalizadores, tachos, etc.

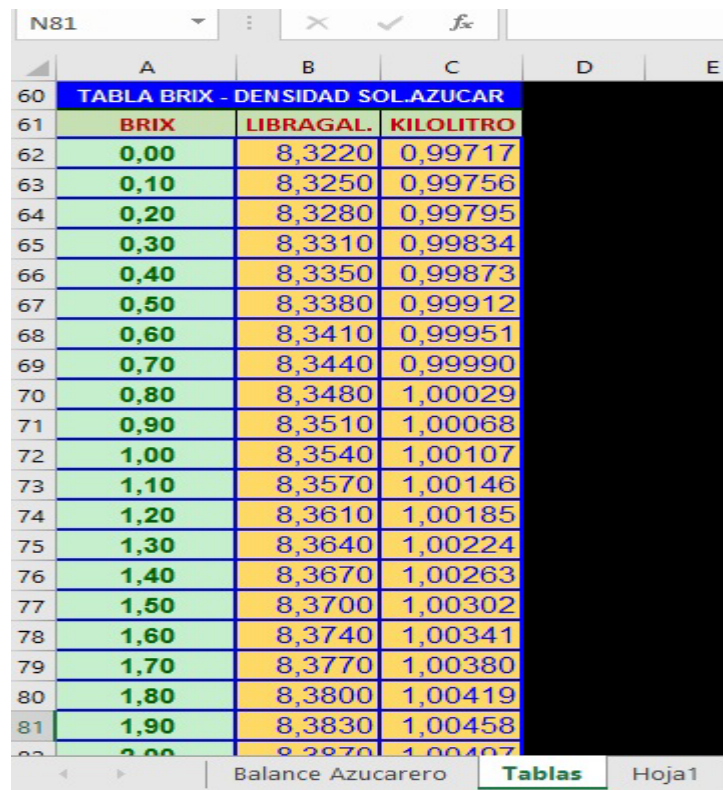
Una vez encontrado el factor de corrección del volumen del material azucarero, es necesario determinar su densidad aparente a 20 °C, valor previamente determinado en tablas tal como indica el anexo 2. Para efectos del ejercicio del balance Pol, esta tabla es reproducida en la hoja "Tablas" como indica la ilustración 90.

La densidad aparente a 20 °C puede ser encontrada usando la función BUSCARV, por ejemplo, para determinar la densidad de una solución con Brix de 1,90 en base a la tabla de la ilustración 90 escribir en una celda de EXCEL la siguiente ecuación:

=BUSCARV(1,90;A62:C1062;3;FALSO)

El resultado es 1.00458.

Nótese que el valor en la columna Brix debe existir en la tabla; caso contrario, la función BUSCARV para este caso no funcionará y devolverá el error #N/A que significa que un valor no está disponible o no existe. Por ejemplo, si con la función BUSCARV envía a buscar la densidad para un Brix de 1,62, Excel devolverá el error #N/A porque en la tabla de la ilustración 90 no existe el Brix con el valor de 1.62.



|    | A                                       | B                | C                | D | E |
|----|---|------------------|------------------|---|---|
| 60 | <b>TABLA BRUX - DENSIDAD SOL.AZUCAR</b> |                  |                  |   |   |
| 61 | <b>BRUX</b>                             | <b>LIBRAGAL.</b> | <b>KILOLITRO</b> |   |   |
| 62 | 0,00                                    | 8,3220           | 0,99717          |   |   |
| 63 | 0,10                                    | 8,3250           | 0,99756          |   |   |
| 64 | 0,20                                    | 8,3280           | 0,99795          |   |   |
| 65 | 0,30                                    | 8,3310           | 0,99834          |   |   |
| 66 | 0,40                                    | 8,3350           | 0,99873          |   |   |
| 67 | 0,50                                    | 8,3380           | 0,99912          |   |   |
| 68 | 0,60                                    | 8,3410           | 0,99951          |   |   |
| 69 | 0,70                                    | 8,3440           | 0,99990          |   |   |
| 70 | 0,80                                    | 8,3480           | 1,00029          |   |   |
| 71 | 0,90                                    | 8,3510           | 1,00068          |   |   |
| 72 | 1,00                                    | 8,3540           | 1,00107          |   |   |
| 73 | 1,10                                    | 8,3570           | 1,00146          |   |   |
| 74 | 1,20                                    | 8,3610           | 1,00185          |   |   |
| 75 | 1,30                                    | 8,3640           | 1,00224          |   |   |
| 76 | 1,40                                    | 8,3670           | 1,00263          |   |   |
| 77 | 1,50                                    | 8,3700           | 1,00302          |   |   |
| 78 | 1,60                                    | 8,3740           | 1,00341          |   |   |
| 79 | 1,70                                    | 8,3770           | 1,00380          |   |   |
| 80 | 1,80                                    | 8,3800           | 1,00419          |   |   |
| 81 | 1,90                                    | 8,3830           | 1,00458          |   |   |
| 82 | 2,00                                    | 8,3870           | 1,00497          |   |   |

Ilustración 90: Densidad Aparente a 20°C, soluciones azucaradas

Entonces, para evitar este inconveniente, sin caer en cálculos adicionales, puede utilizarse la función INTERPO disponible en el Complemento Interpolación habilitado en Microsoft Excel anteriormente. Su sintaxis es:

**Sintaxis de la función INTERPO**

INTERPO (val\_fila; rango\_x; rango\_y)

Ilustración 91: sintaxis de la función INTERPO

De donde

**val\_fila:** valor de la fila a interpolar.

**rango\_x:** rango del eje x de la tabla para interpolar.

**rango\_y:** matriz: rango del eje y de la tabla para interpolar.

Así, para calcular la densidad aparente a 20 °C de una solución azucarada de Brix 1.62, escribir en una celda de Excel la ecuación:

$$=INTERPO(1,62;A62:A1062;C62:C1062)$$

El resultado será 1,003488.

En las siguientes ilustraciones se puede observar las ecuaciones aplicadas en la hoja Excel del ejercicio del balance de Pol que sirven para encontrar el factor de corrección para volumen, así como la densidad aparente a 20 °C de los materiales del stock de fábrica.

| Material         | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel para buscar factor corrección volumen a 20 °C | Valor generado |
|------------------|-------------------------------|--|----------------|
| Jugo Clarificado | G59                           | =interpo2(E59;B59;Tablas!\$A\$3:\$Q\$24)                             | 1,0277         |
| Meladura         | G60                           | =interpo2(E60;B60;Tablas!\$A\$3:\$Q\$24)                             | 1,0223         |
| Masa A           | G61                           | =interpo2(E61;B61;Tablas!\$A\$3:\$Q\$24)                             | 1,0229         |
| Miel A           | G62                           | =interpo2(E62;B62;Tablas!\$A\$3:\$Q\$24)                             | 1,0189         |

| Material         | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel para buscar la densidad aparente a 20 °C | Valor generado |
|------------------|-------------------------------|---|----------------|
| Jugo Clarificado | I59                           | =Interpo(B59;Tablas!\$A\$62:\$A\$1062;Tablas!\$C\$62:\$C\$1062) | 1,05849        |
| Meladura         | I60                           | =interpo(B60;Tablas!\$A\$62:\$A\$1062;Tablas!\$C\$62:\$C\$1062) | 1,28544        |
| Masa A           | I61                           | =interpo(B61;Tablas!\$A\$62:\$A\$1062;Tablas!\$C\$62:\$C\$1062) | 1,47899        |
| Miel A           | I62                           | =interpo(B62;Tablas!\$A\$62:\$A\$1062;Tablas!\$C\$62:\$C\$1062) | 1,34616        |

Ilustración 92: ecuaciones de factor de corrección para volumen

Para obtener el volumen corregido a 20 °C, solo debe dividirse el volumen inicial del material entre el factor de corrección de volumen a 20 °C. Los cálculos para el peso Brix del material azucarero necesario para el balance del Pol no implica dificultad, solo debe multiplicarse los valores del volumen corregido a 20 °C, densidad aparente a por la densidad 20 °C y el Brix del material; para el peso Pol del material azucarero, debe multiplicarse los valores del volumen corregido a 20 °C, densidad aparente a 20 °C y el Pol del material. Las ecuaciones aplicadas son detalladas en los siguientes cuadros.

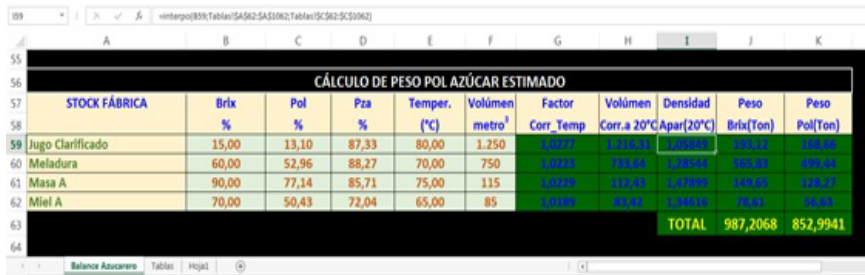
| Material         | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel para calcular el volumen corregido a 20 °C | Valor generado |
|------------------|-------------------------------|---|----------------|
| Jugo Clarificado | H59                           | =F59/G59  | 1.216,31       |
| Meladura         | H60                           | =F60/G60  | 733,64         |
| Masa A           | H61                           | =F61/G61  | 112,43         |
| Miel A           | H62                           | =F62/G62  | 83,42          |

| Material         | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel para calcular el peso brix (Ton) | Valor generado |
|------------------|-------------------------------|---|----------------|
| Jugo Clarificado | J59                           | =I59*H59*B59/100  | 193,12         |
| Meladura         | J60                           | =I60*H60*B60/100  | 565,83         |
| Masa A           | J61                           | =I61*H61*B61/100  | 149,65         |
| Miel A           | J62                           | =I62*H62*B62/100  | 78,62          |

| Material         | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda Excel para calcular el peso pol (Ton) | Valor generado |
|------------------|-------------------------------|--|----------------|
| Jugo Clarificado | K59                           | =I59*H59*C59/100                                       | 168,66         |
| Meladura         | K60                           | =I60*H60*C60/100                                       | 499,44         |
| Masa A           | K61                           | =I61*H61*C61/100                                       | 128,27         |
| Miel A           | K62                           | =I62*H62*C62/100                                       | 56,63          |

Ilustración 93: ecuaciones para volumen corregido

Una vez aplicadas las ecuaciones indicadas en los últimos cuadros en las respectivas celdas de Excel, su resultante es mostrado en la ilustración 94.



| STOCK FÁBRICA    | Brix % | Pol % | Pza % | Temper. (°C) | Volúmen metro³ | Factor Corr. Temp | Volúmen Corr.a 20°C | Densidad Apar(20°C) | Peso Brix(Ton)  | Peso Pol(Ton)   |
|------------------|--------|-------|-------|--------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Jugo Clarificado | 15,00  | 13,10 | 87,33 | 80,00        | 1.250          | 1,0000            | 1.250,00            | 1,0000              | 1250,00         | 1250,00         |
| Meladura         | 60,00  | 52,96 | 88,27 | 70,00        | 750            | 1,0000            | 750,00              | 1,0000              | 750,00          | 750,00          |
| Masa A           | 90,00  | 77,14 | 85,71 | 75,00        | 115            | 1,0000            | 115,00              | 1,0000              | 115,00          | 115,00          |
| Miel A           | 70,00  | 50,43 | 72,04 | 65,00        | 85             | 1,0000            | 85,00               | 1,0000              | 85,00           | 85,00           |
| <b>TOTAL</b>     |        |       |       |              |                |                   |                     |                     | <b>987,2068</b> | <b>852,9941</b> |

Ilustración 94: cálculos de materiales en stock para balance de Pol

Como fue indicado en el capítulo II, no todo el Pol contenido en los materiales azucareros en *stock* se recupera como azúcar producida. El peso de Pol a recobrar del *stock* es calculado con las ecuaciones 35 y 37 indicadas en el capítulo II, respectivamente, son las siguientes:

**Peso de pol recobra en stock**

$$\text{Peso de pol recobra en stock} = \text{Peso pol total stock} * \text{SJM}$$

**SJM**

$$\text{SJM} = \frac{\text{Pureza Azcar}(\text{Pureza material azucarero stock} - \text{Pureza miel final})}{\text{Pureza material azucarero stock}(\text{Pureza Azcar} - \text{Pureza miel final})}$$

Ilustración 95: ecuación de Peso de Pol en Stock y SJM

En donde el peso Pol total *stock* está representado por el total de la columna Peso Pol(Ton) de la ilustración 94 cuyo valor es 852,9941. Las ecuaciones a aplicarse en Excel para estos dos cálculos, incluyendo los cálculos de purezas y del peso de Pol miel final en *stock*, es mostrado en la siguiente ilustración:

| Descripción                     | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel      | Valor generado |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Pureza de Azúcar                | B64                           | =100*C19/(100-E19-F19)         | 99,63          |
| Pureza de Miel Final            | B65                           | =D20                           | 31,93          |
| Pureza del Material Stock       | B66                           | =100*K63/J63                   | 86,40          |
| SJM                             | B67                           | =B64*(B66-B65)/(B66*(B64-B65)) | 0,93           |
| Peso de pol recobra en Stock    | B68                           | =B67*K63                       | 791,41         |
| Peso de pol miel final en Stock | B69                           | =K63-B68                       | 61,58          |

Ilustración 96: ecuaciones varias



Una vez aplicado las ecuaciones de esta tabla en la hoja Excel del balance de Pol, queda como indica la ilustración 97:

|    | A                                  | B      | C     |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 60 | Meladura                           | 60,00  | 52,96 |
| 61 | Masa A                             | 90,00  | 77,14 |
| 62 | Miel A                             | 70,00  | 50,43 |
| 63 | <b>CÁLCULO DE PUREZAS PARA SJM</b> |        |       |
| 64 | Pureza del Azúcar                  | 99,63  |       |
| 65 | Pureza de Miel Final               | 31,93  |       |
| 66 | Pureza del Material Stock          | 86,40  |       |
| 67 | SJM                                | 0,93   |       |
| 68 | Peso de Pol Recobra en Stock       | 791,41 |       |
| 69 | Peso de Pol Miel Final en Stock    | 61,58  |       |

Ilustración 97: cálculos de purezas para determinar SJM y peso Pol stock

El último peso que falta calcular corresponde a peso Pol indeterminado que consiste en una fracción del peso de Pol caña que no están formando parte del peso de Pol azúcar, peso de Pol miel final, peso de Pol cachaza y peso de Pol bagazo. Normalmente, esta fracción faltante está en función del control y eficiencia de los procesos productivos del ingenio, tal como lo indicado en el capítulo II.

El peso Pol indeterminado es calculado con la ecuación 41 del capítulo II:

| Peso de pol indeterminado   |  |
|---|--|
| $\text{Peso de pol indeterminado} = \text{Peso de pol caa} - (\text{peso de pol cachaza} + \text{peso de pol bagazo} + \text{peso de pol azcar} + \text{peso de pol miel final})$ |  |

En la hoja de cálculo del balance de Pol ya están determinados todas las variables del lado derecho de la ecuación; es decir, ya son conocidos el peso de Pol caña, peso de Pol cachaza, peso de Pol bagazo, peso de Pol azúcar y peso de Pol miel final, entonces la ecuación Excel para el cálculo del peso de Pol indeterminado queda como:

| Descripción               | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel | Valor generado |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| Peso de pol indeterminado | B54                           | =B45-(B47+B46+B50+B53)    | 117,58         |

Ilustración 98: ecuación de Peso de Pol Indeterminado

La ilustración 99 muestra los pesos Pol calculados para los materiales que intervienen en el balance de Pol, esto es peso de Pol caña, peso de Pol bagazo, el peso de Pol cachaza, el peso de Pol azúcar, el peso de Pol miel final y el peso de Pol indeterminado.

Ilustración 99: peso Pol de materiales que intervienen en balance de Pol

Conocidos los pesos Pol de los materiales constituyentes de un balance Pol, puede calcularse las pérdidas de Pol en función de por ciento caña, por ciento Pol caña y por ciento Pol jugo mixto, aplicando las ecuaciones de las tablas 3, 4 y 5 del capítulo II, respectivamente.

Para el ingreso estas ecuaciones en la hoja Excel del balance Pol referirse a los siguientes cuadros:

**BALANCE DE POL % CANA**

| Descripción                | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel | Valor generado |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| Pérdidas en Miel Final     | F46                           | =100*B53/C7               | 0,85           |
| Pérdidas en Cachaza        | F47                           | =100*B47/C7               | 0,08           |
| Pérdidas en Indeterm.      | F48                           | =100*B54/C7               | 0,17           |
| Total Pérdidas Elaboración | F49                           | =F48+F47+F46              | 1,10           |
| Pérdidas en Bagazo         | F50                           | =100*B46/C7               | 0,59           |
| Total Pérdidas Ingenio     | F51                           | =F49+F50                  | 1,69           |
| Recobra en Azúcar          | F52                           | =100*B50/C7               | 10,72          |
| Total Pol%Caña             | F53                           | =F52+F51                  | 12,41          |

**BALANCE DE POL % POL CAÑA**

| Descripción                | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel | Valor generado |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| Pérdidas en Miel Final     | G46                           | =100*B53/B33              | 6,82           |
| Pérdidas en Cachaza        | G47                           | =100*B47/B33              | 0,63           |
| Pérdidas en Indeterm.      | G48                           | =100*B54/B33              | 1,39           |
| Total Pérdidas Elaboración | G49                           | =G48+G47+G46              | 8,84           |
| Pérdidas en Bagazo         | G50                           | =100*B46/B33              | 4,74           |
| Total Pérdidas Ingenio     | G51                           | =G49+G50                  | 13,58          |
| Recobra en Azúcar          | G52                           | =100*B50/B33              | 86,42          |
| Total Pol%Caña             | G53                           | =G52+G51                  | 100,00         |

**BALANCE DE POL % POL JUGO MIXTO**

| Descripción                | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel | Valor generado |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
| Pérdidas en Miel Final     | H46                           | =100*B53/B30              | 7,16           |
| Pérdidas en Cachaza        | H47                           | =100*B47/B30              | 0,66           |
| Pérdidas en Indeterm.      | H48                           | =100*B54/B30              | 1,46           |
| Total Pérdidas Elaboración | H49                           | =H48+H47+H46              | 9,28           |
| Pérdidas en Bagazo         | -                             | -                         | -              |
| Total Pérdidas Ingenio     | H51                           | =H49+H50                  | 9,28           |
| Recobra en Azúcar          | H52                           | =100*B50/B30              | 90,72          |
| Total Pol%Caña             | H53                           | =H52+H51                  | 100,00         |

Ilustración 100: ecuaciones balance Pol%Caña

Estas ecuaciones aplicadas en la hoja Excel del balance de Pol son presentadas en la ilustración 101:

| Descripción                | Valor     | Descripción                    | Valor     |
|----------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| Peso Insolubles Jugo Mixto | 73,44     | Peso de Humedad Bagazo         | 9,886,82  |
| Peso Jugo Mixto Neto       | 61,126,56 | Brix Bagazo                    | 2,72      |
| Peso de Pol Jugo Mixto     | 8,036,14  | Peso Brix Bagazo               | 536,23    |
| Peso Bagazo                | 19,793,44 | Peso Fibra Caña                | 9,368,39  |
| Peso de Pol Bagazo         | 399,83    | Fibra % Caña                   | 13,89     |
| Peso de Pol Caña           | 8,437,97  | Pol % Caña                     | 12,41     |
| % Extracción Pol           | 95,26     | % Extracción Reducida          | 95,60     |
| Fibra%Bagazo               | 47,33     | Peso del Jugo Absoluto         | 58.631,61 |
| Bagazo%Caña                | 29,11     | Peso Brix Jugo Mixto           | 9,382,93  |
| Cachaza%Caña               | 4,00      | Brix de Jugo Absoluto          | 16,92     |
| %Extracción Jugo Diluido   | 89,89     | Peso de Jugo Absoluto Extraido | 55.450,81 |
| Imbibición%Caña            | 19,00     | Extrac.Jugo Absoluto%caña      | 81,58     |

| BALANCE DE POL                  |          |  |  |
|---------------------------------|----------|--|--|
| Peso de Pol Caña                | 8,437,97 |  |  |
| Peso de Pol Bagazo              | 399,83   |  |  |
| Peso de Pol Cachaza             | 53,04    |  |  |
| Peso de Pol Azúcar Hecho        | 6,500,64 |  |  |
| Peso de Pol Recobra en Stock    | 791,41   |  |  |
| Total Peso de Pol Azúcar        | 7,292,05 |  |  |
| Peso Pol Miel Final Hecho       | 513,89   |  |  |
| Peso de Pol Miel Final en Stock | 61,58    |  |  |
| Total Peso Pol Miel Final       | 575,47   |  |  |
| Peso de Pol Indeterminado       | 117,58   |  |  |

| BALANCE DE POL             |       |           |           |
|----------------------------|-------|-----------|-----------|
| DETALLE                    | %CAÑA | %POL CAÑA | %POL JUGO |
| Pérdidas en Miel Final     | 0,85  | 6,82      | 7,16      |
| Pérdidas en Cachaza        | 0,08  | 0,63      | 0,66      |
| Pérdidas Indeterminadas    | 0,17  | 1,39      | 1,46      |
| Total Pérdidas Elaboración | 1,10  | 8,84      | 9,28      |
| Pérdidas en Bagazo         | 0,59  | 4,74      |           |
| Total Pérdidas Ingenio     | 1,69  | 13,58     | 9,28      |
| Recobra en Azúcar          | 10,72 | 86,42     | 90,72     |
| Total Pol%Caña             | 12,41 | 100,00    | 100,00    |

Ilustración 101: balance de Pol en función de% caña,% Pol caña y% Pol jugo mixto

Otro indicador de importancia en los ingenios azucareros es la denominada eficiencia de casa de calderas, que indica que, a partir del Pol jugo mixto, hasta qué punto el rendimiento del azúcar real se aproxima al rendimiento teórico.

La eficiencia de casa de calderas en función de la ecuación de Winter y Carp o en función de la ecuación de Deer o SJM, que corresponden a las ecuaciones 42 y 43:

| Eficiencia de casa de calderas Winter y Carp.  |  |
|--|--|
| $E_{\text{eficiencia de casa de calderas WyC}} = \frac{\frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso de pol jugo mixto}}}{1.4 - \frac{40}{\text{Pureza jugo mixto}}} * GNE$ |  |

Ilustración 102: eficiencia de casa de calderas Winter y Carp

Donde GNE es el granulado normal equivalente, su valor ya están establecidos en tabla tal como indica el anexo 3. Este valor está en función del azúcar.

| Eficiencia de Casa de Calderas SJM   |  |
|--|--|
| $E_{\text{eficiencia de casa de calderas SJM}} = 100 * \frac{\frac{\text{Peso de pol azcar}}{\text{Peso de pol jugo mixto}}}{\frac{S(J-M)}{J(S-M)}}$ |  |

Ilustración 103: Eficiencia de Casa de Calderas SJM

Donde, S = Pureza del azúcar

J = Pureza del jugo mixto

M = Pureza de la miel final

Previo a escribir estas ecuaciones en las celdas de Excel, en la hoja "Tablas" debe digitarse la tabla del anexo 3, necesaria para el cálculo del valor de GNE. Luego escribir las ecuaciones como muestra la tabla a continuación:

| Descripción                                 | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel   | Valor generado |
|---|-------------------------------|---|----------------|
| Eficiencia de casa de caldera Winter y Carp | G55                           | =(B50/B30)/(1,4-40/D15)*interpo2(ENTERO(B64);RESIDUO(B64;1);Tablas!A1067:K1072) | 97,08          |
| Eficiencia de casa de calderas SJM          | G54                           | =100*(B50/B30)/(B64*(D15-B65)/(D15*(B64-B65)))                                  | 98,27          |

Ilustración 104: ecuaciones para Caldera de Winter y Carp y SJM

Una vez ingresadas estas ecuaciones en la hoja de cálculo de Excel para el balance de Pol, los resultados son mostrados como indica la ilustración 105:

|       | A                               | B         | C | D   | E     | F          | G          | H |
|-------|---------------------------------|-----------|---|---|-------|------------|------------|---|
| 29    | Peso Jugo Mixto Neto            | 61.126,56 |   | Brix Bagazo                               |       |            | 2,72       |   |
| 30    | Peso de Pol Jugo Mixto          | 8.036,14  |   | Peso Brix Bagazo                          |       |            | 536,23     |   |
| 31    | Peso Bagazo                     | 19.793,44 |   | Peso Fibra Caña                           |       |            | 9.388,39   |   |
| 32    | Peso de Pol Bagazo              | 399,83    |   | Fibra % Caña                              |       |            | 13,89      |   |
| 33    | Peso de Pol Caña                | 8.437,97  |   | Pol % Caña                                |       |            | 72,41      |   |
| 34    | % Extracción Pol                | 95,26     |   | % Extracción Reducida                     |       |            | 95,80      |   |
| 35    | Fibra%Bagazo                    | 47,33     |   | Peso del Jugo Absoluto                    |       |            | 58.631,61  |   |
| 36    | Bagazo%Caña                     | 29,11     |   | Peso Brix Jugo Mixto                      |       |            | 9.382,93   |   |
| 37    | Cachaza%Caña                    | 4,00      |   | Brix de Jugo Absoluto                     |       |            | 16,92      |   |
| 38    | %Extracción Jugo Diluido        | 89,89     |   | Peso de Jugo Absoluto Extraido            |       |            | 55.450,81  |   |
| 39    | Imbibición%Caña                 | 19,00     |   | Extrac.Jugo Absoluto%caña                 |       |            | 81,55      |   |
| 40-43 | <b>BALANCE DE POL</b>           |           |   |   |       |            |            |   |
| 44    | Peso de Pol Caña                | 8.437,97  |   | <b>BALANCE DE POL</b>                     |       |            |            |   |
| 45    | Peso de Pol Bagazo              | 399,83    |   | DETALLE                                   | %CAÑA | % POL CAÑA | % POL JUGO |   |
| 46    | Peso de Pol Cachaza             | 53,04     |   | Pérdidas en Miel Final                    | 0,85  | 6,82       | 7,16       |   |
| 47    | Peso de Pol Azúcar Hecho        | 6.500,64  |   | Pérdidas en Cachaza                       | 0,08  | 0,63       | 0,66       |   |
| 48    | Peso de Pol Recobra en Stock    | 791,41    |   | Pérdidas Indeterminadas                   | 0,17  | 1,39       | 1,46       |   |
| 49    | Total Peso de Pol Azucar        | 7.292,05  |   | Total Pérdidas Elaboración                | 1,10  | 8,84       | 9,28       |   |
| 50    | Peso Pol Miel Final Hecho       | 513,89    |   | Pérdidas en Bagazo                        | 0,59  | 4,74       |            |   |
| 51    | Peso de Pol Miel Final en Stock | 61,58     |   | Total Pérdidas Ingenio                    | 1,69  | 13,58      | 9,28       |   |
| 52    | Total Peso Pol Miel Final       | 575,47    |   | Recobra en Azúcar                         | 10,72 | 86,42      | 90,72      |   |
| 53    | Peso de Pol Inderminado         | 117,58    |   | Total Pol%Caña                            | 12,41 | 100,00     | 100,00     |   |
| 54    |                                 |           |   | Eficiencia Casa de Calderas SJM           |       | 98,27      |            |   |
| 55    |                                 |           |   | Eficiencia Casa de Calderas Winter y Carp |       | 97,08      |            |   |

Ilustración 105: balance de Pol incluyendo eficiencia casa de calderas



## 2. VARIAS APLICACIONES DE EXCEL PARA CÁLCULOS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

### 2.1. EL DIAGRAMA DE COBENZE

Para el cálculo de mezclas, muy usual en los ingenios, tales como mezclas de mieles y jarabes para obtener purezas determinadas, mezcla de azúcares para producir azúcar de un cierto color, etc., pueden utilizarse sistemas lineales de ecuaciones, que en su generación no implica complejidad, pero que se requiere de cierto tiempo para su solución. Para evitar el uso de este tipo de ecuaciones y con resultados iguales, en la industria azucarera tiene mucha utilidad el diagrama de Cobenze, citado en varios textos azucareros entre ellos en el *Manual del azúcar de caña* de James Chen.

Este diagrama utiliza una disposición en cruz de los datos involucrados en los cálculos y que, mediante sencillas operaciones aritméticas, resuelve el problema propuesto.

#### Ejemplo 1

¿En qué proporción deberán mezclarse una masa de pureza 58 con una meladura de pureza 85, para obtener un material azucarero de 72 de pureza?

#### Solución

Debe distribuirse las purezas de los dos materiales conocidos en los extremos izquierdo del diagrama de Cobenze de tal forma que la pureza mayor vaya en el extremo izquierdo superior y la pureza menor en el extremo izquierdo inferior, mientras tanto la pureza del nuevo material debe disponerse en la parte central del diagrama en cruz, tal como indica en el gráfico a continuación:

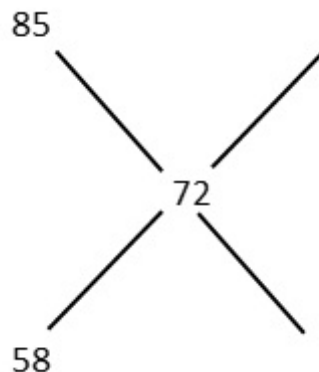


Ilustración 106: distribución de purezas, ejercicio 1

Luego de proceder a la sustracción o resta entre cada pureza conocida y la pureza a calcular, esto es  $85 - 72 = 13$  y  $72 - 58 = 14$ , obteniendo como resultado indicado en el siguiente gráfico:

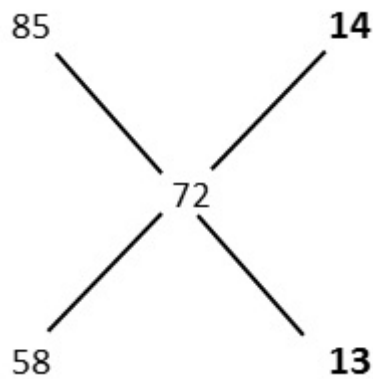


Ilustración 107: resultado de la distribución, ejercicio 1

Y las cifras 14 y 13 serán la solución al problema, interpretando que debe mezclarse 14 partes de meladura y pureza 85 con 13 partes de masa y pureza de 58 para obtener 27 partes de un material azucarero de 72 de pureza. Si quiere expresarse en porcentaje, la mezcla sería:  $100 \times 14 / (13 + 14) = 51,85$  % de meladura y  $100 \times 13 / (13 + 14) = 48,15$  % de masa.

## Ejemplo 2

En tolvas de fábrica están almacenados dos lotes de azúcar, el primer lote tiene un color de 115 U I y el segundo lote un color de 345 U.I, el departamento de ventas requiere 50.000 kilos de azúcar con color de 250: ¿cuántos kilos de azúcar de cada lote deben mezclarse para producir la cantidad solicitada por ventas?

## Solución

Distribuyendo los colores conocidos de los dos lotes de azúcar en los extremos izquierdo del diagrama de Cobenze, su gráfica queda como:

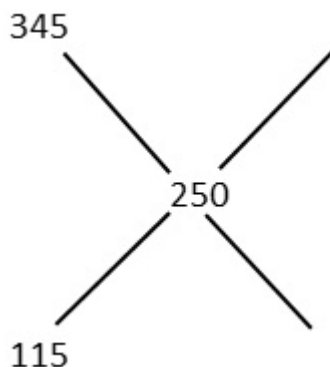


Ilustración 108: distribución de purezas, ejercicio 2



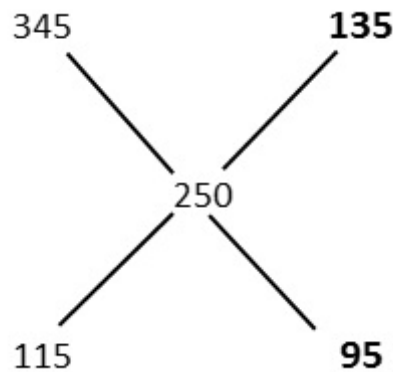


Ilustración 109: resultado de la distribución, ejercicio 2

Realizando las restas respectivas, el nuevo diagrama será:

La solución del problema será mezclar 135 partes de azúcar de color 345 U.I con 95 partes de azúcar de color 115 U.I, lo que equivale a decir que se obtendrá una mezcla total de azúcar con  $135 + 95 = 230$  partes que, distribuido en porcentaje, la mezcla contendrá 58,70 % de azúcar color 345 U.I y 41,30 % de azúcar color 115 U.I.

Como es necesario producir 50,000 kilos de azúcar color 250, debe mezclarse las siguientes cantidades de azúcar:

Kilos azúcar color 345 U.I =  $50.000 \times 58,70/100 = 29.350$  kilos azúcar color 115 U.I  
 =  $50.0000 \times 41,30/100 = 20.650$  kilos.

## 2.2. SOLUCIÓN DE MEZCLAS MEDIANTE SISTEMA DE ECUACIONES LINEALES

Para efectos comparativos, utilizando un sistema de ecuaciones lineales para resolver los ejemplos 1 y 2, el planteamiento será el siguiente:

Solución del ejemplo 1, mediante sistema de ecuaciones lineales.

Sea X las partes necesarias de meladura con pureza 85, así como Y las partes de masa con pureza 58 para obtener 100 partes de mezcla con pureza 72; entonces, por balance másico, la suma de las partes de los dos materiales debe ser 100, generando la ecuación 1.

$$X + Y = 100 \quad (1)$$

Por otro lado, si se calcula el aporte de pureza de cada uno de los materiales en la mezcla, debe dar un total de 72, generando la ecuación 2.

$$85X + 58Y = 100 \times 72 \quad (2)$$

El siguiente paso consiste en resolver el siguiente sistema de dos ecuaciones con dos variables:

$$X + Y = 100 \quad (1)$$

$$85X + 58Y = 7200 \quad (2)$$

Este sencillo sistema de ecuaciones puede resolver con cualquiera de los métodos algebraicos conocidos, ya sea por eliminación, sustitución, reducción, determinantes, etc. Mediante Microsoft Excel, puede resolverse utilizar el complemento Solver, esta herramienta será tratada más adelante en este texto.

Con cualquiera de los métodos indicados para la solución de este sistema de ecuaciones, arrojará los siguientes resultados:

$$X = 51,85 \text{ \% meladura } Y = 48,15 \text{ \% masa}$$

Solución del ejemplo 2, mediante sistema de ecuaciones lineales

Sea X las partes necesarias de azúcar color 345, así como Y las partes de azúcar color 115 para obtener 100 partes de mezcla con un color de 250, por balance de masa la suma de las partes de los dos azúcares debe ser 100, generando la ecuación 1.

$$X + Y = 100 \quad (1)$$

Además, considerando el aporte de color por cada azúcar en la mezcla total de debe dar un total de 250, generando la ecuación 2.

$$345X + 115Y = 100 \times 250 \quad (2)$$

Resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones por cualquiera de los métodos algebraicos conocidos o con el complemento Solver de Excel.

$$X + Y = 100 \quad (1)$$

$$345X + 115Y = 25000 \quad (2)$$

Su solución será:

$$X = 58,70 \text{ \% azúcar color 345 U.I}$$

$$Y = 41,30 \text{ azúcar color 115 U.I}$$

Estos porcentajes, distribuidos en los 50,000 kilos de azúcar, la mezcla queda como:

$$\text{Kilos Azúcar color 345 U.I} = 50.000 \times 58,70/100 = 29.350 \text{ kilos}$$

$$\text{Kilos Azúcar color 115 U.I} = 50.0000 \times 41,30/100 = 20.650 \text{ kilos}$$

Todas estas operaciones necesarias para calcular mezclas, mediante el diagrama de Cobenze, puede automatizarse fácilmente en una hoja de cálculo de Excel, como a continuación es detallado:

En una hoja de Excel, diseñar los textos de entrada para los tres datos del problema; para ejemplo es mostrada la ilustración:

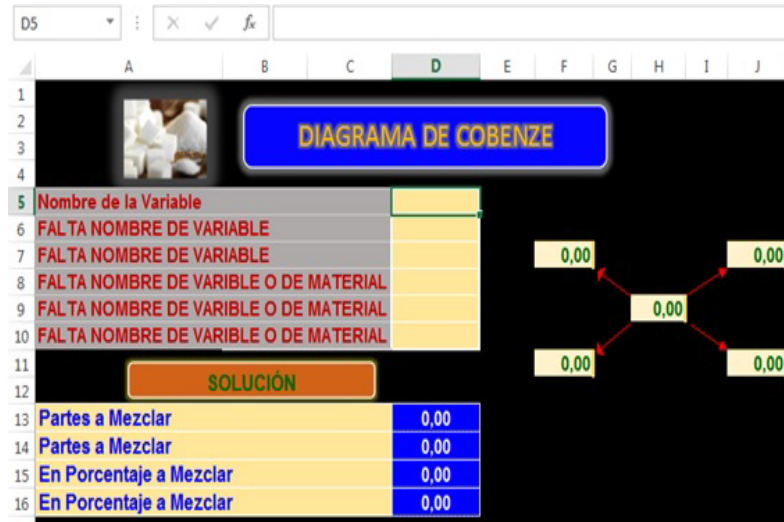


Ilustración 110: balance de Pol, incluyendo eficiencia casa de calderas

Luego, ingresando datos en las celdas desde D5 a D10, Excel presenta la solución como la ilustración 111:



Ilustración 111: solución a problemas de mezclas método diagrama de Cobenze

En la ilustración a continuación están detallados los valores y fórmulas aplicadas para la solución del ejemplo 1 recientemente resuelto.

| Celda donde aplica valor o fórmula | Fórmula o texto en la celda  | Valor o texto generado                 |
|------------------------------------|--|--|
| A5                                 | Nombre de la Variable  | Nombre de la variable                  |
| D5                                 | Pureza   | Pureza                                 |
| A6                                 | =SI(D5<>"";"Nombre Material con "&D5&" Superior";"FALTA NOMBRE DE VARIABLE")                     | Nombre Material con Pureza Superior    |
| D6                                 | Meladura   | Meladura                               |
| A7                                 | =SI(D5<>"";"Nombre Material con "&D5&" Inferior";"FALTA NOMBRE DE VARIABLE")                     | Nombre de Material con Pureza Inferior |
| D7                                 | Masa   | Masa                                   |
| A8                                 | =SI(Y(D5<>"";D6<>"";D7<>"");D5&" de "&D6;"FALTA NOMBRE DE VARIABLE O DE MATERIAL")               | Pureza de Meladura                     |
| D8                                 | 85,00  | 85,00                                  |
| A9                                 | =SI(Y(D5<>"";D6<>"";D7<>"");D5&" de "&D7;"FALTA NOMBRE DE VARIABLE O DE MATERIAL")               | Pureza de Masa                         |
| D9                                 | 58,00  | 58,00                                  |
| A10                                | =SI(Y(D5<>"";D6<>"";D7<>"");D5&" deseada de la Mezcla";"FALTA NOMBRE DE VARIABLE O DE MATERIAL") | Pureza deseada de la Mezcla            |

Ilustración 112: fórmulas a aplicar para el ejemplo 1

| Celda donde aplica valor o fórmula | Fórmula o texto en la celda        | Valor o texto generado           |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| D10                                | 72,00                              | 72,00                            |
| A13                                | ="Partes a Mezclar "&D6            | Partes a Mezclar Meladura        |
| D13                                | =J7                                | 14,00                            |
| A14                                | ="Partes a Mezclar "&D7            | Partes a Mezclar Masa            |
| D14                                | =J11                               | 13,00                            |
| A15                                | ="En Porcentaje a Mezclar "&D6     | En Porcentaje a Mezclar Meladura |
| D15                                | =SI((J7+J11)>0;100*J7/(J7+J11);0)  | 15,85                            |
| A16                                | ="En Porcentaje a Mezclar "&D7     | En Porcentaje a Mezclar Masa     |
| D16                                | =SI((J7+J11)>0;100*J11/(J7+J11);0) | 48,15                            |
| F7                                 | =MAX(D8:D10)                       | 85,00                            |
| J7                                 | =H9-F11                            | 14,00                            |
| H9                                 | =D10                               | 72,00                            |
| F11                                | =MIN(D8:D10)                       | 58,00                            |
| J11                                | =F7-H9                             | 13,00                            |

Ilustración 113: aplicación de fórmulas, ejercicio 1

La solución para el ejemplo 2 utilizando Excel puede verse en la ilustración:



Ilustración 114: solución a ejemplo 2, método diagrama de Cobenze

### 2.3. FUNCIONES EXCEL DE UTILIDAD EN CÁLCULOS AZUCAREROS

Entre una variedad de funciones existentes en Excel, además de las vistas anteriormente, dispone de otras de gran potencialidad para los cálculos azucareros, tales como las siguientes:

- CONTAR.SI(rango;criterio)
- CONTAR.SI.CONJUNTO(rango\_criterio1;criterio1;rango\_criterio2;criterio2;...)
- SUMAR.SI(rango;criterio;rango\_suma)
- SUMAR.SI.CONJUNTO(rango\_suma;rango\_criterio1;criterio1;...)

En la ilustración, se muestra que es típico en las estadísticas de los ingenios azucareros y servirá para explicar el uso de las cuatro funciones indicadas:



El cuadro de la ilustración 115, digitado en Excel, se genera como indica la ilustración 116, cuyo diseño utiliza el rango A43:P124

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. SA |                |                  |                   |           |                  |                      |                   |          |                |             |             |          |          |            |            |          |
|--|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----------|----------------|-------------|-------------|----------|----------|------------|------------|----------|
| FECHA COSECH                                   | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %TRAS M  | %TRASH PONDERA | HORAS QUEMA | HORAS QUEMA | VARIEDAD | ORIGEN   | BROTE      | TIPO CORTE |          |
| 45   | 10-07-16       | A-001-300        | 7,47              | 732,41    | 13,38            | 97,97                | 236,49            | 1.732,04 | 3,40           | 24,92       | 30,01       | 219,76   | Ragnar   | Ingenio    | Planta     | Manual   |
| 46   | 10-07-16       | A-001-302        | 7,69              | 622,55    | 11,06            | 68,83                | 187,37            | 1.167,68 | 2,73           | 17,00       | 24,08       | 149,90   | Barbados | Ingenio    | Soca       | Manual   |
| 47   | 10-07-16       | A-001-304        | 7,92              | 610,09    | 10,51            | 64,12                | 168,92            | 1.030,56 | 1,89           | 11,53       | 16,67       | 101,70   | Cenicaña | Ingenio    | Soca       | Manual   |
| 48   | 10-07-16       | A-001-306        | 8,19              | 859,98    | 14,33            | 123,26               | 245,70            | 2.112,98 | 4,96           | 42,62       | 21,86       | 187,96   | Cenicaña | Cañicultor | Planta     | Mecaniz. |
| 49   | 10-07-16       | A-001-310        | 8,49              | 585,93    | 9,42             | 55,19                | 151,37            | 886,92   | 6,05           | 35,44       | 26,67       | 156,28   | Cenicaña | Cañicultor | Soca       | Mecaniz. |
| 50   | 10-07-16       | A-001-311        | 8,83              | 865,74    | 13,38            | 115,81               | 231,71            | 2.006,00 | 4,70           | 40,72       | 20,74       | 179,59   | Ragnar   | Cañicultor | Planta     | Mecaniz. |
| 51   | 10-07-16       | A-001-315        | 9,23              | 507,38    | 9,01             | 45,70                | 146,37            | 742,66   | 7,64           | 38,78       | 33,71       | 171,04   | Ragnar   | Ingenio    | Resaga     | Mecaniz. |
| 52   | 10-07-16       | B-001-301        | 9,68              | 986,85    | 13,92            | 137,40               | 243,65            | 2.404,49 | 6,30           | 62,17       | 27,78       | 274,18   | Ragnar   | Ingenio    | Planta     | Mecaniz. |
| 53   | 10-07-16       | B-001-302        | 10,20             | 540,45    | 8,73             | 47,21                | 146,61            | 792,38   | 4,96           | 26,78       | 21,86       | 118,12   | Ragnar   | Ingenio    | Resaga     | Mecaniz. |
| 54   | 10-07-16       | B-001-303        | 6,63              | 325,00    | 8,19             | 26,61                | 133,06            | 432,46   | 3,95           | 12,83       | 17,41       | 56,58    | Ragnar   | Ingenio    | Resaga     | Mecaniz. |
| 55   | 10-07-16       | B-001-306        | 7,08              | 622,84    | 12,01            | 74,82                | 208,07            | 1.295,92 | 3,02           | 18,83       | 26,67       | 166,12   | Ragnar   | Cañicultor | Soca       | Manual   |
| 56   | 10-07-16       | B-001-308        | 4,16              | 312,13    | 10,24            | 31,95                | 170,02            | 530,67   | 4,70           | 14,68       | 20,74       | 64,75    | CC-N01   | Cañicultor | Soca       | Mecaniz. |
| 57   | 10-07-16       | B-001-330        | 4,31              | 473,91    | 15,02            | 71,16                | 237,40            | 1.219,84 | 8,40           | 39,81       | 37,04       | 175,56   | CC-N01   | Ingenio    | Planta     | Mecaniz. |
| 58   | 10-07-16       | C-002-300        | 4,47              | 322,14    | 9,83             | 31,66                | 159,71            | 514,47   | 6,72           | 21,65       | 29,64       | 95,47    | CC-N01   | Ingenio    | Soca       | Mecaniz. |
| 59   | 10-07-16       | C-002-302        | 4,66              | 293,77    | 8,60             | 25,26                | 147,42            | 433,08   | 8,90           | 26,16       | 39,27       | 115,36   | Ragnar   | Ingenio    | Soca       | Mecaniz. |
| 60   | 10-07-16       | D-001-301        | 4,88              | 400,13    | 11,19            | 44,79                | 181,89            | 727,78   | 7,22           | 28,91       | 31,86       | 127,47   | Ragnar   | Ingenio    | Soca       | Mecaniz. |
| 61   | 10-07-16       | D-001-302        | 5,13              | 282,14    | 9,01             | 25,41                | 162,46            | 458,36   | 6,22           | 17,54       | 27,41       | 77,34    | Ragnar   | Ingenio    | Resaga     | Mecaniz. |
| 62   | 10-07-16       | D-001-303        | 8,33              | 591,67    | 9,69             | 57,34                | 167,87            | 993,23   | 5,54           | 32,80       | 24,45       | 144,66   | EC_01    | Ingenio    | Soca       | Mecaniz. |
| 63   | 10-07-16       | D-001-306        | 3,79              | 416,50    | 15,02            | 62,54                | 249,36            | 1.038,57 | 4,07           | 16,97       | 35,93       | 149,66   | EC_01    | Cañicultor | Planta     | Manual   |
| 64   | 10-07-16       | D-001-315        | 5,10              | 408,17    | 10,92            | 44,57                | 175,50            | 716,34   | 7,14           | 29,14       | 31,49       | 128,52   | EC_01    | Cañicultor | Soca       | Mecaniz. |
| 65   | 11-07-16       | A-001-288        | 8,44              | 641,60    | 10,37            | 66,56                | 187,10            | 1.200,45 | 3,57           | 22,91       | 31,49       | 202,02   | Ragnar   | Ingenio    | Soca       | Manual   |

Ilustración 116: una parte del cuadro de la ilustración 115 digitado en Excel

La función CONTAR.SI(rango;criterio) permite contar el número de celdas que cumple cierta condición, su sintaxis es:

| Sintaxis de la función CONTAR.SI |
|----------------------------------|
| CONTAR.SI (rango;criterio)       |

Ilustración 117: sintaxis de la función CONTAR:SI

**rango:** rango de celdas en donde se buscará el valor o texto deseado

**criterio:** operador lógico o la condición que debe cumplir el argumento rango para ser seleccionada. Por ejemplo, del cuadro de la ilustración 115 desea contarse cuantas celdas del rango O45:O123 contiene el brote igual a planta escribir en una celda libre o de interés del usuario la fórmula o función =CONTAR.SI(O45:O123;"Planta").

En la ilustración 118, puede verse un cuadro resumen con textos y diseños que pueden ser realizados por el usuario. Las fórmulas o funciones que contendrá este cuadro resumen irá siendo explicado al detalle en las siguientes líneas, así en la celda AC45 está escrita la función últimamente mencionada que cuenta el número de celdas que contiene la palabra *Planta*, en el rango O45:O123, siendo su resultado de 19 veces.

Ilustración 118: ingresando la función CONTAR.SI en celda AC45

En el argumento criterio, además de hacer referencias a texto, también puede hacer referencia a fórmulas o a celda; por ejemplo, en el siguiente ejercicio en la celda AC46 va a contarse el número de celdas del rango O45:O123, cuyo texto sea igual al que se encuentra en la celda T46; en este caso, para el brote Soca, su función será =CONTAR.SI(O45:O123;T46). El resultado es presentado en la ilustración 119.

Ilustración 119: ingresando la función CONTAR.SI en celda AC46

Para contar la cantidad de brotes correspondientes a Rezaga, aplicar la misma función, solo cambiando el argumento criterio; así, en la celda AC47, escribir =CONTAR.SI(O45:O123;T47)

La función CONTAR.SI.CONJUNTO(rango\_criterio1;criterio1;..) permite contar el número de celdas que cumplen una o varias condiciones, su sintaxis es:

**rango\_criterio1:** Primer rango de celdas en donde se buscará el valor o texto deseado  
**criterio1:** Operador lógico o la condición que debe cumplir el argumento rango\_criterio1 para ser seleccionada.

**rango\_criterio2:** Segundo rango de celdas en donde se buscará el valor o texto deseado  
**criterio2:** Operador lógico o la condición que debe cumplir el argumento rango\_criterio2 para ser seleccionada.

En el siguiente ejercicio, del cuadro de la ilustración 115 quiere contarse el número de celdas del rango O45:O123 que contiene el brote igual a Planta pero que el tipo de corte sea Manual, escribir en una celda libre o de interés del usuario la función

=CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;"Planta";P45:P123;"Manual").

En la ilustración 120, en la celda AD45 está escrita la función y su resultado es 4.



| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A TOTAL PERÍODO |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 |                 |                   |                     |  |
|---|-------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|--------------------|---------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|
| BROTOS  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND. REAL LBS AZUT/C | REND. REAL PONDERA | % TRASH | % TRASH PONDERA | CANTIDAD BROTES | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE MECANIZ. |  |
| Planta  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 19,00           | 4,00              |                     |  |
| Soca  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 46,00           |                   |                     |  |
| Rezaga.   |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 14,00           |                   |                     |  |
| <b>TOTAL</b>  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | <b>79,00</b>    |                   |                     |  |

Ilustración 120: ingresando la función CONTAR.SI.CONJUNTO en celda AD45

Funciones similares solamente cambiando los argumentos criterios pueden utilizarse para encontrar los brotes para soca y rezaga, pero cuyo corte corresponda a Manual, las funciones para las celdas AD46 y AD47, respectivamente serán:

=CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;"T46";P45:P123;"Manual") y

=CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;"T47";P45:P123;"Manual")

Sus resultados pueden observarse en la ilustración 121.

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A TOTAL PERÍODO |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 |                 |                   |                     |  |
|---|-------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|--------------------|---------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|
| BROTOS  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND. REAL LBS AZUT/C | REND. REAL PONDERA | % TRASH | % TRASH PONDERA | CANTIDAD BROTES | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE MECANIZ. |  |
| Planta  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 19,00           | 4,00              |                     |  |
| Soca  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 46,00           | 19,00             |                     |  |
| Rezaga.   |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 14,00           | 3,00              |                     |  |
| <b>TOTAL</b>  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | <b>79,00</b>    | <b>26,00</b>      |                     |  |

Ilustración 121: resultados de la función CONTAR.SI.CONJUNTO en celda AD46 y AD47

Para calcular los brotes de Planta, Soca y Rezaga, pero con tipo de corte mecanizado, utilizar las mismas funciones que para corte Manual pero solamente cambiando el argumento criterio Manual por el de Mecaniz.; por ejemplo, para calcular los brotes de Planta con corte mecanizado en la celda AE45, escribir =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;"Planta";P45:P123;"Mecaniz."), de forma similar escribir las funciones en las celdas AE46 y AE47 que corresponden a caña Soca y Rezaga., su resultado mirará como la ilustración 122.

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A TOTAL PERÍODO |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 |                 |                   |                     |  |
|---|-------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|--------------------|---------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|
| BROTOS  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND. REAL LBS AZUT/C | REND. REAL PONDERA | % TRASH | % TRASH PONDERA | CANTIDAD BROTES | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE MECANIZ. |  |
| Planta  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 19,00           | 4,00              | 15,00               |  |
| Soca  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 46,00           | 19,00             | 27,00               |  |
| Rezaga.   |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | 14,00           | 3,00              | 11,00               |  |
| <b>TOTAL</b>  |                   |           |           |                  |                       |                    |         |                 | <b>79,00</b>    | <b>26,00</b>      | <b>53,00</b>        |  |

Ilustración 122: la función CONTAR.SI.CONJUNTO para brote y corte mecaniz.

La función SUMAR.SI(rango;criterio;rango\_suma) suma un rango de celdas que cumplen una condición o criterio, su sintaxis es:

### Sintaxis de la función CONTAR.SI.CONJUNTO

SUMAR.SI. (rango;criterio;rango\_suma)

Ecuación 48: sintaxis de la función CONTAR.SI.CONJUNTO

**rango:** el rango de celdas a evaluarse según los criterios.

**criterio:** es el operador lógico o criterio en forma de número, expresión, referencia de celda, texto o función que selecciona las celdas a sumarse.

Debe considerarse que cualquier criterio de texto o cualquier criterio que incluya los símbolos lógicos o matemáticos debe estar entre comillas dobles (""):

**rango\_suma:** conforma las celdas que se sumarán.

Como ejemplo de la función SUMAR.SI, utilizando el cuadro de la ilustración 115, en que se quiere sumar las hectáreas cosechadas para caña planta, la función queda como =SUMAR.SI(O45:O123;T45;C45:C123), en este ejemplo en el rango O45:O123 Excel buscará todas las celdas con la palabra Planta y sumará los valores de las hectáreas correspondientes que están ubicados en el rango C45:C123. La función está ingresada en la celda U45, los resultados se mostrarán como la ilustración 123:

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. SA |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            | RESUMEN DE CAÑA INGRESADA |                   |              |           |                  |                      |  |  |
|--|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|----------------|----------------|--------|------------|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|------------------|----------------------|--|--|
| CÓDIGO CANTERO                                 | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | %TRASH PONDERA | %TRASH PONDERA | BROTE  | TIPO CORTE | BROTOS                    | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS    | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC |  |  |
| A-001-300                                      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 3,40           | 24,92          | Planta | Manual     |                           |                   |              |           |                  |                      |  |  |
| A-001-302                                      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 2,73           | 17,00          | Soca   | Manual     |                           |                   |              |           |                  |                      |  |  |
| A-001-304                                      | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1,89           | 11,53          | Soca   | Manual     |                           |                   |              |           |                  |                      |  |  |
| A-001-306                                      | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 4,96           | 42,62          | Planta | Mecaniz.   |                           |                   |              |           |                  |                      |  |  |
| A-001-310                                      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 6,05           | 35,44          | Soca   | Mecaniz.   |                           |                   |              |           |                  |                      |  |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                           | <b>Planta</b>     | <b>84,43</b> |           |                  |                      |  |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                           | <b>Soca</b>       |              |           |                  |                      |  |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                           | <b>Rezaga.</b>    |              |           |                  |                      |  |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                           | <b>TOTAL</b>      |              |           |                  |                      |  |  |

Ilustración 123: sumando las hectáreas cosechadas para caña planta utilizando la función SUMAR.SI

En el cálculo de las hectáreas cosechadas para caña Soca y Rezaga., aplicar en la celda U46 la función =SUMAR.SI(O45:O123;T46;C45:C123) y en la celda U47 =SUMAR.SI(O45:O123;T47;C45:C123). Los resultados son presentados en la ilustración 124.

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. SA |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            | RESUMEN DE CAÑA INGRESADA ING |                   |               |           |                  |                      |  |
|--|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|----------------|----------------|--------|------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-----------|------------------|----------------------|--|
| CÓDIGO CANTERO                                 | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | %TRASH PONDERA | %TRASH PONDERA | BROTE  | TIPO CORTE | BROTOS                        | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS     | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC |  |
| A-001-300                                      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 3,40           | 24,92          | Planta | Manual     |                               |                   |               |           |                  |                      |  |
| A-001-302                                      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 2,73           | 17,00          | Soca   | Manual     |                               |                   |               |           |                  |                      |  |
| A-001-304                                      | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1,89           | 11,53          | Soca   | Manual     |                               |                   |               |           |                  |                      |  |
| A-001-306                                      | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 4,96           | 42,62          | Planta | Mecaniz.   |                               |                   |               |           |                  |                      |  |
| A-001-310                                      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 6,05           | 35,44          | Soca   | Mecaniz.   |                               |                   |               |           |                  |                      |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                               | <b>Planta</b>     | <b>84,43</b>  |           |                  |                      |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                               | <b>Soca</b>       | <b>234,95</b> |           |                  |                      |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                               | <b>Rezaga.</b>    | <b>76,51</b>  |           |                  |                      |  |
|  |                  |                   |           |                  |                      |                |                |        |            |                               | <b>TOTAL</b>      | <b>395,89</b> |           |                  |                      |  |

Ilustración 124: sumando las hectáreas cosechadas para caña Soca y Rezaga. utilizando la función SUMAR.SI

El cálculo de las columnas correspondientes a Toneladas, Pol%Caña Pondera, Rend\_Real Pondera, %Trash Pondera son obtenidos aplicando también la función SUMAR.SI. Los cálculos para las demás celdas utilizan fórmulas del usuario que son de fácil interpretación. En el siguiente cuadro son detalladas las fórmulas aplicadas a cada celda del cuadro RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S. A. TOTAL PERIODO:

| Descripción                                      | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel        | Valor generado |
|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Suma las hectareas cosechadas para caña Planta   | U45                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T45;C45:C123) | 84,43          |
| Suma las hectareas cosechadas para caña Soca     | U46                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T46;C45:C123) | 234,95         |
| Suma las hectareas cosechadas para caña Rezagada | U47                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T47;C45:C123) | 76,51          |
| Total hectareas cosechadas                       | U49                           | =SUMA(U45:U47)                   | 395,89         |
| Suma las toneladas caña Planta cosechadas        | V45                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T45;D45:C123) | 8.578,14       |
| Suma las toneladas caña Soca cosechadas          | V46                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T46;D45:C123) | 17.405,23      |
| Suma las toneladas caña Rezagada cosechadas      | V47                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T47;D45:C123) | 3.781,66       |
| Total toneladas caña cosechada                   | V49                           | =SUMA(V45:V47)                   | 29.766,03      |
| Pol%Caña para caña Planta                        | W45                           | =100*X45/V45                     | 13,89          |
| Pol%Caña para caña Soca                          | W46                           | =100*X46/V46                     | 10,21          |
| Pol%Caña para caña Rezagada                      | W47                           | =100*X47/V47                     | 8,50           |
| Total Pol%Caña                                   | W49                           | =100*X49/V49                     | 11,50          |

| Descripción                                  | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel        | Valor generado |
|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Suma el Pol%caña pondera caña Planta         | X45                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T45;F45:F123) | 1.191,90       |
| Suma el Pol%caña pondera caña Soca           | X46                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T46;F45:F123) | 1.776,84       |
| Suma el Pol%caña pondera caña Rezagada       | X47                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T47;F45:F123) | 321,30         |
| Total Pol%caña pondera                       | X49                           | =SUMA(X45:X47)                   | 3.290,05       |
| Rendimiento real azúcar lb/te caña Planta    | Y45                           | =100*Z45/V45                     | 237,82         |
| Rendimiento real azúcar lb/te caña Soca      | Y46                           | =100*Z46/V46                     | 174,21         |
| Rendimiento real azúcar lb/te caña Rezagada  | Y47                           | =100*Z47/V47                     | 144,53         |
| Total Rendimiento real azúcar lb/te          | Y49                           | =100*Z49/V49                     | 188,77         |
| Suma el Rendimiento Real Pondera caña Planta | Z45                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T45;H45:H123) | 20.400,16      |
| Suma el Rendimiento Real Pondera caña Soca   | Z46                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T46;H45:H123) | 30.320,98      |

| Descripción                                    | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel        | Valor generado |
|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Suma el Rendimiento Real Pondera caña Rezagada | Z47                           | =SUMAR.SI(O45:O123;T47;H45:H123) | 6.466,70       |
| Total Rendimiento Real Pondera                 | Z49                           | =SUMA(Z45:Z47)                   | 56.186,84      |
| % Trash caña Planta                            | AA45                          | =100*AB45/V45                    | 5,36           |
| % Trash caña Soca                              | AA46                          | =100*AB46/V46                    | 4,67           |
| % Trash caña Rezagada                          | AA47                          | =100*AB47/V47                    | 5,14           |
| Total % Trash caña                             | AA49                          | =100*AB49/V49                    | 4,93           |
| Suma el % Trash pondera caña Planta            | AB45                          | =SUMAR.SI(O45:O123;T45;J45:J123) | 459,66         |
| Suma el % Trash pondera caña Soca              | AB46                          | =SUMAR.SI(O45:O123;T46;J45:J123) | 812,70         |
| Suma el % Trash pondera caña Rezagada          | AB47                          | =SUMAR.SI(O45:O123;T47;J45:J123) | 194,48         |
| Total % Trash pondera caña                     | AB49                          | =SUMA(AB45:AB47)                 | 1.466,84       |
| Cuenta cantidad brotes caña Planta             | AC45                          | =CONTAR.SI(O45:O123;T45)         | 19,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Soca               | AC46                          | =CONTAR.SI(O45:O123;T46)         | 46,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Rezagada           | AC47                          | =CONTAR.SI(O45:O123;T47)         | 14,00          |
| Total cantidad brotes de caña                  | AC49                          | =SUMA(AC45:AC47)                 | 79,00          |

| Descripción   | Celda en donde aplica fórmula | Fórmula en celda de Excel                             | Valor generado |
|---|-------------------------------|---|----------------|
| Cuenta cantidad brotes caña Planta corte manual       | AD45                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T45;P45:P123;"Manual")   | 4,00           |
| Cuenta cantidad brotes caña Soca corte manual         | AD46                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T46;P45:P123;"Manual")   | 19,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Rezagada corte manual     | AD47                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T47;P45:P123;"Manual")   | 3,00           |
| Total cantidad brotes de caña corte manual            | AD49                          | =SUMA(AD45:AD47)                                      | 26,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Planta corte mecanizado   | AE45                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T45;P45:P123;"Mecaniz.") | 15,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Soca corte mecanizado     | AE46                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T46;P45:P123;"Mecaniz.") | 27,00          |
| Cuenta cantidad brotes caña Rezagada corte mecanizado | AE47                          | =CONTAR.SI.CONJUNTO(O45:O123;T47;P45:P123;"Mecaniz.") | 11,00          |
| Total cantidad brotes de caña corte mecanizado        | AE49                          | =SUMA(AE45:AE47)                                      | 53,00          |

Ilustración 125: formulas a ser aplicadas

Una vez ingresadas las formulas y funciones indicadas en estos últimos cuadros, el resumen de caña Ingresada Ingenio Sugar Corp. S. A. Total Periodo muestra como indica la ilustración 126:

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A. TOTAL PERÍODO |                   |                  |              |                  |                       |                    |             |                 |                 |                   |              |  |
|--|-------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|--|
| BROTOS   | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL% CAÑA    | POL%CAÑA PONDERA | REND. REAL LBS AZU/TC | REND. REAL PONDERA | % TRASH     | % TRASH PONDERA | CANTIDAD BROTES | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE   |  |
| Planta   | 84,43             | 8.578,14         | 13,89        | 1.191,90         | 237,82                | 20.400,16          | 5,36        | 459,66          | 19,00           | 4,00              | 15,00        |  |
| Soca   | 234,95            | 17.405,23        | 10,21        | 1.776,84         | 174,21                | 30.320,98          | 4,67        | 812,70          | 46,00           | 19,00             | 27,00        |  |
| Rezaga.  | 76,51             | 3.781,66         | 8,50         | 321,30           | 144,53                | 5.465,70           | 5,14        | 194,48          | 14,00           | 3,00              | 11,00        |  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>3.290,05</b>  | <b>188,77</b>         | <b>56.186,84</b>   | <b>4,93</b> | <b>1.466,84</b> | <b>79,00</b>    | <b>26,00</b>      | <b>53,00</b> |  |

Ilustración 126: resumen de caña ingresada usando varias funciones Excel

La función SUMAR.SI.CONJUNTO(rango\_suma;rango\_criterio1;criterio1;...) suma un rango de celdas que cumplen varias condiciones o criterios, su sintaxis es:

### Sintaxis de la función CONTAR.SI.CONJUNTO

SUMAR.SI.CONJUNTO(rango\_suma;rango\_criterio1;criterio1;...)

*Ecuación 49: SUMAR.SI.CONJUNTO(rango\_suma;rango\_criterio1;criterio1;...)*

**rango\_suma:** el rango de celdas que se sumaran de acuerdo a los criterios o condiciones que cumpla.

**rango\_criterio1:** rango de celdas que contienen los valores, textos, fórmulas con las cuales se evaluará el criterio o condición.

**criterio1:** es el operador lógico o criterio en forma de número, expresión, referencia de celda, texto o función que servirá para evaluar el rango\_criterio1.

Para aplicación práctica, el usuario puede diseñar los textos y formatos del cuadro indicado en la ilustración 127. Las funciones o fórmulas a ingresar en las respectivas celdas serán explicados a continuación:

|    | HECTAREAS  | TONELADAS | POL   | POL%CAÑA | REND_REAL  | REND_REAL | %TRASH  | %TRASH  | CANTIDAD | TIPO CORTE | TIPO CORTE |
|----|--|-----------|-------|----------|------------|-----------|---------|---------|----------|------------|------------|
|    | BROTOS   | COSECHA   | %CAÑA | PONDERA  | LBS AZU/TC | PONDERA   | PONDERA | PONDERA | BROTOS   | MANUAL     | MECANIZ.   |
| 54 | <b>RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A PARA CIERTA FECHA</b> |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 55 | Ingreso Fecha  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 56 |  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 57 |  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 58 | Planta   |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 59 | Soca   |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 60 | Rezaga.  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 61 |  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |
| 62 | TOTAL  |           |       |          |            |           |         |         |          |            |            |

*Ilustración 127: diseño por el usuario de Cuadro Resumen en blanco*

Ahora, con base en las estadísticas del cuadro de la ilustración 115, quiere sumarse las hectáreas cortadas de caña planta para una fecha determinada, que será digitada en la celda V55.

Para su solución, ubicando el cursor en la celda U58, escribir la siguiente función =SUMAR.SI.CONJUNTO(C45:C123;O45:O123;T58;A45:A123;V55), de donde, en el rango C45:C123, están los datos de las hectáreas cortadas que deberán sumarse para un brote determinado digitado en la celda T58 (en este caso Planta) que serán seleccionados de la columna brotes con el rango O45:O123; además, solamente debe sumarse para la fecha señalada en la celda V55 siempre que esta se encuentre en la columna de la fecha que corresponde al rango A45:A123. Así, por ejemplo, para el 10 de Julio 2016, la hectárea cortada de caña planta corresponden a 42,27 hectáreas.

Para caña soca y rezagada, en las celdas U59 y U60, aplicando respectivamente las siguientes funciones.

=SUMAR.SI.CONJUNTO(C45:C123;O45:O123;T59;A45:A123;V55)

=SUMAR.SI.CONJUNTO(C45:C123;O45:O123;T60;A45:A123;V55)

Presentan los resultados 62,79 y 31,18 en su orden. Su resultado es presentado en la ilustración 128:

| FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTER | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL% CAÑA PONDERA | BROT E | TIPO CORTE |
|---------------|---------------|------------------|-------------------|-----------|-------------------|--------|------------|
| 10-07-16      | A-001-300     | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97             | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-302     | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83             | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-304     | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12             | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-306     | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26            | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | A-001-310     | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | A-001-311     | 8,83             | 865,74            | 13,38     | 115,81            | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | A-001-315     | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 45,70             | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-301     | 9,68             | 986,85            | 13,92     | 137,40            | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-302     | 10,20            | 540,45            | 8,73      | 47,21             | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-303     | 6,63             | 325,00            | 8,19      | 26,61             | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-306     | 7,08             | 622,84            | 12,01     | 74,82             | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | B-001-308     | 4,16             | 312,13            | 10,24     | 31,95             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-330     | 4,31             | 473,91            | 15,02     | 71,16             | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | C-002-300     | 4,47             | 322,14            | 9,83      | 31,66             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | C-002-302     | 4,66             | 293,77            | 8,60      | 25,26             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-301     | 4,88             | 400,13            | 11,19     | 44,79             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-302     | 5,13             | 282,14            | 9,01      | 25,41             | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-303     | 8,33             | 591,67            | 9,69      | 57,34             | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-306     | 3,79             | 416,50            | 15,02     | 62,54             | Planta | Manual     |

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR |               |           |           |                  |           |           |
|---|---------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| Ingreso Fecha                           | HECTAREAS     | TONELADAS | POL %CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL | REND_REAL |
| BROTOS                                  | COSECHA       |           |           | LBS AZU/TC       | PONDERA   |           |
| Planta                                  | 42,27         |           |           |                  |           |           |
| Soca                                    | 62,79         |           |           |                  |           |           |
| Rezaga                                  | 31,18         |           |           |                  |           |           |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>136,25</b> |           |           |                  |           |           |

Ilustración 128: sumando hectáreas cortadas para el 10 de julio 2016

Para calcular las toneladas cortada para caña planta, soca y rezagada, aplicar en las celdas V58, V59 y V60 las siguientes funciones.

=SUMAR.SI.CONJUNTO(D45:D123;O45:O123;T58;A45:A123;V55)

=SUMAR.SI.CONJUNTO(D45:D123;O45:O123;T59;A45:A123;V55)

=SUMAR.SI.CONJUNTO(D45:D123;O45:O123;T60;A45:A123;V55)

Arroja, como resultado, los valores 4.335,39; 4.769,43 y 1.654,97 toneladas, respectivamente. Como ejercicio para el usuario, se deja la generación de fórmulas y funciones en las celdas restantes. El ejercicio concluido muestra como la ilustración 129:

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A PARA CIERTA FECHA |               |                  |              |                  |               |                  |             |               |              |             |              |
|---|---------------|------------------|--------------|------------------|---------------|------------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Ingreso Fecha   | HECTAREAS     | TONELADAS        | POL %CAÑA    | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL     | REND_REAL        | %TRASH      | %TRASH        | CANTIDAD     | TIPO CORTE  | TIPO CORTE   |
| BROTOS  | COSECHA       |                  |              | LBS AZU/TC       | PONDERA       |                  | PONDERA     | BROTOS        | MANUAL       | MECANIZ.    |              |
| Planta  | 42,27         | 4.335,39         | 14,03        | 608,14           | 242,51        | 10.513,92        | 5,24        | 227,21        | 6,00         | 2,00        | 4,00         |
| Soca  | 62,79         | 4.769,43         | 10,45        | 498,54           | 173,96        | 8.296,67         | 4,95        | 236,14        | 10,00        | 3,00        | 7,00         |
| Rezaga  | 31,18         | 1.654,97         | 8,76         | 144,93           | 146,58        | 2.425,85         | 5,80        | 95,94         | 4,00         | 0,00        | 4,00         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>136,25</b> | <b>10.759,79</b> | <b>11,63</b> | <b>1.251,61</b>  | <b>197,37</b> | <b>21.236,44</b> | <b>5,20</b> | <b>559,28</b> | <b>20,00</b> | <b>5,00</b> | <b>15,00</b> |

Ilustración 129: resumen de caña ingresada para el 10 de julio 2016

## 2.4. TABLAS DINÁMICAS EN LOS REPORTES AZUCAREROS

El concepto de tablas en el mundo del cálculo corresponde a un conjunto de datos distribuido en filas y columnas; así, por ejemplo, una tabla es aquella mostrada arriba en el cuadro de la Ilustración 115, en donde las filas corresponden a cada una de las fechas encontradas en ella y las columnas corresponden a las etiquetadas como fecha cosecha, código cantero, toneladas, Pol%Caña, etc, tal como indica la ilustración 130.

LAS COLUMNAS

**PRODUCTIVIDAD DE CAÑA POR DÍAS EN LOS CANTEROS DE LOS INGENIOS SUGAR CORP. SA**

| FECHA COSECHA | CODIGO CANTERO COSECHA | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS | POL %CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %TRASH PONDERA | %TRASH PONDERA | HORAS QUEMA MOLIENDA | HORAS QUEMA MOLIENDA | VARIEDAD | ORIGEN    |
|---------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------|-----------|
| 10-07-16      | A-001-300              | 7,47              | 732,41    | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 1.732,04          | 3,40           | 24,92          | 30,01                | 219,76               | Ragnar   | Ingenio   |
| 10-07-16      | A-001-302              | 7,69              | 622,55    | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 1.167,68          | 2,73           | 17,00          | 24,08                | 149,90               | Barbados | Ingenio   |
| 10-07-16      | A-001-304              | 7,92              | 610,09    | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1.030,56          | 1,89           | 11,53          | 16,67                | 101,70               | Cenicaña | Ingenio   |
| 10-07-16      | A-001-306              | 8,19              | 859,98    | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 2.112,98          | 4,96           | 42,62          | 21,86                | 187,96               | Cenicaña | Cañiculto |
| 10-07-16      | A-001-310              | 8,49              | 585,93    | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 886,92            | 6,05           | 35,44          | 26,67                | 156,28               | Cenicaña | Cañiculto |
| 10-07-16      | A-001-311              | 8,83              | 865,74    | 13,38     | 115,81           | 231,71               | 2.006,00          | 4,70           | 40,72          | 20,74                | 179,59               | Ragnar   | Cañiculto |
| 10-07-16      | A-001-315              | 9,23              | 507,38    | 9,01      | 45,70            | 146,37               | 742,66            | 7,64           | 38,78          | 33,71                | 171,04               | Ragnar   | Ingenio   |
| 10-07-16      | B-001-301              | 9,68              | 986,85    | 13,92     | 137,40           | 243,65               | 2.404,49          | 6,30           | 62,17          | 27,78                | 274,18               | Ragnar   | Ingenio   |
| 10-07-16      | B-001-302              | 10,20             | 540,45    | 8,73      | 47,21            | 146,61               | 792,38            | 4,96           | 26,78          | 21,86                | 118,12               | Ragnar   | Ingenio   |

LAS FILAS

Ilustración 130: Filas y columnas constituyentes de una tabla

Los cálculos y operaciones que pueden realizarse sobre esta tabla son de una amplia gama de posibilidades, ya sea combinando filas con columnas o viceversa, así, por ejemplo, puede calcularse las toneladas de caña por variedad y por día, en donde las filas pueden estar constituido por cada una de las variedades y las columnas estarían constituidos por cada día del periodo o puede ser que las filas lo integren cada día del periodo y en las columnas se encuentren distribuidos las variedades. Entonces a este tipo de combinaciones entre filas y columnas para obtener resultados es lo que en Excel se le conoce como Tablas Dinámicas. Con el uso de tablas dinámicas, los ejercicios realizados últimamente utilizando las funciones tales como CONTAR.SI, CONTAR.SI.CONJUNTO, SUMAR.SI y SUMAR.SI.CONJUNTO, etc, prácticamente son reemplazados de forma automática con las habilidades y propiedades que disponen las tablas dinámicas para este tipo de cálculos, como será analizado más adelante. Para la explicación del uso de tablas dinámicas en Excel, 131,132, 133, 135, 136 y 137 serán diseñadas explicando paso a paso a través de capítulo.

**CUADRO 12. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR BROTE TOTAL PERIODO**

| BROTES       | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
|--------------|-------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Planta       | 84,43             | 8.578,14         | 13,89        | 237,82               | 5,36        | 27,26                |
| Rezaga.      | 76,51             | 3.781,66         | 8,50         | 144,53               | 5,14        | 23,98                |
| Soca         | 234,95            | 17.405,23        | 10,21        | 174,21               | 4,67        | 26,21                |
| <b>TOTAL</b> | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>        | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 131: Resumen de caña cosechada por brote total periodo

| CUADRO 13. RESUMEN CAÑA COSECHADA POR ORIGEN Y TIPO CORTE TOTAL PERÍODO |                   |                  |              |                      |             |                      |
|---|-------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| CORTE   | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
| <b>Cañicultor</b>   | 152,21            | 12.228,62        | 11,29        | 192,09               | 4,96        | 25,97                |
| <b>Manual</b>   | 37,17             | 3.162,12         | 11,89        | 200,61               | 3,61        | 31,80                |
| <b>Mecanizado</b>   | 115,03            | 9.066,51         | 11,09        | 189,11               | 5,43        | 23,94                |
| <b>Ingenio</b>  | 243,68            | 17.536,41        | 10,89        | 186,45               | 4,91        | 26,41                |
| <b>Manual</b>   | 95,52             | 6.847,92         | 10,32        | 177,88               | 2,77        | 24,40                |
| <b>Mecanizado</b>   | 148,15            | 10.688,49        | 11,25        | 191,95               | 6,28        | 27,70                |
| <b>TOTAL</b>  | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>        | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 132: Resumen caña cosecha por origen y tipo de corte total periodo

| CUADRO 14. RESUMEN CAÑA COSECHADA POR PROPIETARIO Y BROTE TOTAL PERÍODO |                   |                  |              |                      |             |                      |
|---|-------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| PROPIETARIO   | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
| <b>Cañicultor</b>   | 152,21            | 12.228,62        | 11,29        | 192,09               | 4,96        | 25,97                |
| <b>Planta</b>   | 34,64             | 3.502,91         | 13,83        | 234,07               | 4,62        | 25,79                |
| <b>Rezagada</b>   | 0,00              | 0,00             | 0,00         | 0,00                 | 0,00        | 0,00                 |
| <b>Soca</b>   | 117,57            | 8.725,71         | 10,28        | 175,23               | 5,09        | 26,04                |
| <b>Ingenio</b>  | 243,68            | 17.536,41        | 10,89        | 186,45               | 4,91        | 26,41                |
| <b>Planta</b>   | 49,79             | 5.075,23         | 13,94        | 240,40               | 5,87        | 28,28                |
| <b>Rezagada</b>   | 76,51             | 3.781,66         | 8,50         | 144,53               | 5,14        | 23,98                |
| <b>Soca</b>   | 117,38            | 8.679,52         | 10,14        | 173,17               | 4,24        | 26,37                |
| <b>TOTAL</b>  | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>        | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 133: Resumen caña cosecha por propietario y brote total periodo

| CUADRO 15. RESUMEN CAÑA COSECHADA POR VARIEDAD TOTAL PERÍODO |                   |                  |              |                      |             |                      |
|--|-------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| VARIEDAD   | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
| <b>Barbados</b>  | 45,69             | 3.371,85         | 10,11        | 170,73               | 2,66        | 23,44                |
| <b>CC-N01</b>  | 58,61             | 4.619,66         | 11,05        | 189,83               | 6,22        | 27,42                |
| <b>Cenicaña</b>  | 70,69             | 5.301,33         | 10,63        | 180,34               | 4,71        | 24,39                |
| <b>EC-01</b>   | 41,31             | 3.394,54         | 11,50        | 194,03               | 5,16        | 32,61                |
| <b>Ragnar</b>  | 179,59            | 13.077,66        | 11,35        | 195,10               | 5,09        | 25,61                |
| <b>TOTAL</b>   | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>        | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 134: Resumen caña cosecha por variedad total periodo

| CUADRO 16. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR DÍA TOTAL PERÍODO |                   |                  |              |                      |             |                      |
|--|-------------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| FECHA  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
| <b>10/07/2016</b>  | 136,25            | 10.759,79        | 11,63        | 197,37               | 5,20        | 26,58                |
| <b>11/07/2016</b>  | 144,80            | 10.458,25        | 10,78        | 185,57               | 5,01        | 27,62                |
| <b>12/07/2016</b>  | 51,86             | 4.013,16         | 10,92        | 185,53               | 3,88        | 23,67                |
| <b>13/07/2016</b>  | 28,07             | 2.030,10         | 10,98        | 185,34               | 4,36        | 22,58                |
| <b>14/07/2016</b>  | 34,91             | 2.503,73         | 10,00        | 173,13               | 5,56        | 25,97                |
| <b>TOTAL</b>   | <b>395,89</b>     | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>        | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 135: Resumen de caña cosecha por día total periodo



| CUADRO 17. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO |                   |           |          |                      |         |                      |
|---|-------------------|-----------|----------|----------------------|---------|----------------------|
| CÓDIGO CANTERO  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS | POL%CAÑA | REND_REAL LBS AZU/TC | % TRASH | HORAS QUEMA MOLIENDA |
| A-001-288   | 8,44              | 641,60    | 10,37    | 187,10               | 3,57    | 31,49                |
| A-001-300   | 8,25              | 815,11    | 13,49    | 238,18               | 3,38    | 29,86                |
| A-001-301   | 13,50             | 961,57    | 9,73     | 168,37               | 3,05    | 26,87                |
| A-001-302   | 32,19             | 2.410,29  | 10,26    | 171,68               | 2,50    | 22,07                |
| A-001-304   | 19,71             | 1.416,93  | 9,85     | 168,26               | 2,58    | 22,80                |
| A-001-305   | 3,66              | 256,26    | 9,58     | 167,12               | 2,76    | 24,35                |
| A-001-306   | 15,34             | 1.552,95  | 13,84    | 235,50               | 5,02    | 22,16                |
| A-001-308   | 12,78             | 838,23    | 8,96     | 146,80               | 6,63    | 29,22                |
| A-001-310   | 19,20             | 1.236,96  | 8,84     | 150,38               | 5,84    | 25,75                |
| A-001-311   | 22,96             | 2.129,40  | 12,69    | 218,12               | 4,45    | 19,63                |
| A-001-312   | 3,94              | 385,96    | 13,37    | 222,99               | 3,50    | 15,42                |
| A-001-315   | 12,62             | 676,02    | 8,82     | 143,78               | 7,54    | 33,27                |
| A-001-318   | 10,93             | 568,36    | 8,60     | 152,00               | 6,64    | 29,26                |
| B-001-301   | 26,32             | 2.689,82  | 13,96    | 242,08               | 5,99    | 26,41                |
| B-001-302   | 24,49             | 1.195,75  | 8,46     | 141,08               | 4,74    | 20,91                |
| B-001-303   | 9,56              | 456,93    | 8,18     | 132,46               | 3,85    | 16,98                |
| B-001-304   | 12,84             | 555,66    | 8,09     | 145,97               | 2,01    | 17,76                |
| B-001-305   | 0,60              | 46,77     | 10,65    | 0,00                 | 0,00    | 0,00                 |
| B-001-306   | 12,63             | 1.056,17  | 11,46    | 197,42               | 2,93    | 25,84                |
| B-001-308   | 16,87             | 1.280,20  | 10,38    | 169,95               | 5,26    | 23,19                |
| B-001-310   | 8,31              | 581,40    | 9,56     | 174,04               | 5,54    | 24,45                |
| B-001-312   | 7,49              | 494,19    | 9,01     | 162,48               | 5,21    | 22,97                |
| B-001-315   | 2,08              | 158,44    | 10,37    | 181,55               | 4,54    | 20,00                |
| B-001-330   | 10,38             | 1.087,03  | 14,32    | 243,54               | 8,13    | 35,85                |
| C-002-300   | 13,48             | 1.018,39  | 10,37    | 181,05               | 6,53    | 28,78                |
| C-002-302   | 9,24              | 647,02    | 9,67     | 164,49               | 8,66    | 38,20                |
| C-002-304   | 0,88              | 97,30     | 15,02    | 0,00                 | 0,00    | 0,00                 |
| D-001-301   | 9,81              | 786,84    | 10,95    | 179,57               | 7,02    | 30,97                |
| D-001-302   | 6,07              | 328,94    | 8,91     | 160,07               | 6,17    | 27,20                |
| D-001-303   | 8,33              | 591,67    | 9,69     | 167,87               | 5,54    | 24,45                |
| D-001-304   | 4,01              | 284,96    | 9,69     | 164,41               | 4,41    | 38,90                |
| D-001-305   | 6,41              | 480,50    | 10,24    | 171,84               | 4,24    | 37,41                |
| D-001-306   | 10,46             | 1.084,22  | 14,17    | 233,89               | 3,97    | 35,02                |
| D-001-315   | 12,09             | 953,18    | 10,76    | 184,95               | 6,95    | 30,64                |
| D-001-315   |                   |           |          |                      |         |                      |
| <b>TOTAL</b>  |                   |           |          |                      |         |                      |

Ilustración 136: Resumen de caña cosecha por código total perdido

Previo a empezar a trabajar con tablas dinámicas, debe estar digitado en una hoja de Excel la tabla de la ilustración 115 utilizando el rango A43:P124, a continuación, insertar una hoja nueva haciendo clic con el botón izquierdo del mouse sobre el ícono + en la barra de hojas de trabajo, ubicada en la parte inferior de la ventana de Excel, como indica la ilustración 137.



Ilustración 137: insertar nueva hoja

Una vez insertada la hoja nueva hoja, cambiarlo de nombre haciendo clic con el botón derecho sobre el nombre de la nueva hoja insertada; en el ejercicio denominada Hoja3, cambiar de nombre a 'Tablas dinámicas', según ilustraciones 138 y 139:

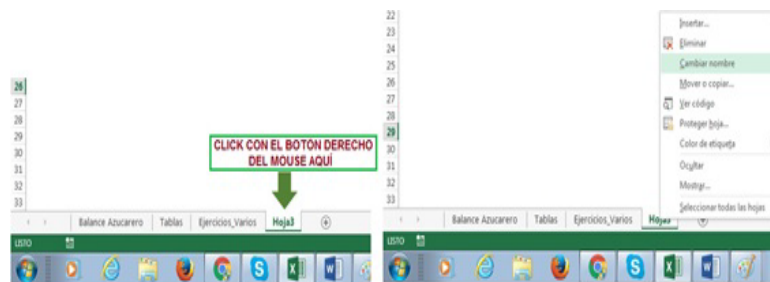


Ilustración 138: cambiando de nombre a hoja nueva

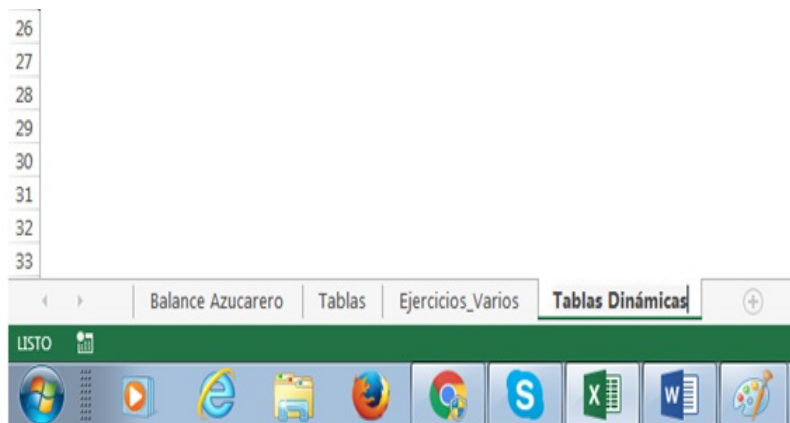


Ilustración 139: nueva hoja insertada con el nombre Tablas Dinámicas

Previo a insertar una tabla dinámica, ubicar el cursor en la celda A44 en que se encuentra el encabezado de la tabla de Productividad de Campos Ingenio Sugar Corp. S. A. o tabla de la ilustración 115; luego, haga clic en la opción Insertar de la barra de menú y haga clic en el ícono Tabla dinámica. Ver la ilustración 140:

|    | FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %T |
|----|---------------|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----|
| 45 | 10-07-16      | A-001-300      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 1.732,04          | 3, |
| 46 | 10-07-16      | A-001-302      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 1.167,68          | 2, |
| 47 | 10-07-16      | A-001-304      | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1.030,56          | 1, |
| 48 | 10-07-16      | A-001-306      | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 2.112,98          | 4, |
| 49 | 10-07-16      | A-001-310      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 886,92            | 6, |
| 50 | 10-07-16      | A-001-311      | 8,83             | 865,74            | 13,38     | 115,81           | 231,71               | 2.006,00          | 4, |
| 51 | 10-07-16      | A-001-315      | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 45,70            | 146,37               | 742,66            | 7, |

Ilustración 140: creando una Tabla Dinámica

Emergerá la ventana Crear tabla dinámica; en esta, en cuadro de texto Tabla o rango, haciendo clic en la celda A44, señalar el rango A44:A123. Hacer clic sobre el botón de opción Hoja de cálculo existente, luego clic sobre el cuadro de texto Ubicación y, por último, clic en la pestaña de la hoja "Tablas Dinámicas" y clic en la celda A6, se mostrará la ilustración 141:

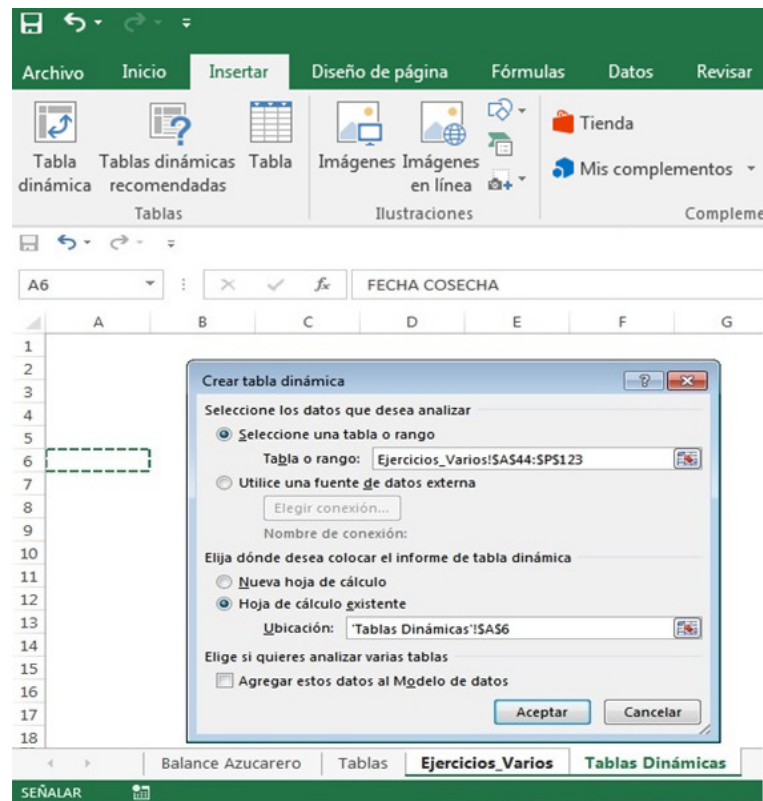


Ilustración 141: creando una Tabla Dinámica

Hacer clic en la tecla Aceptar y se presenta la ventana como indica la ilustración 142:

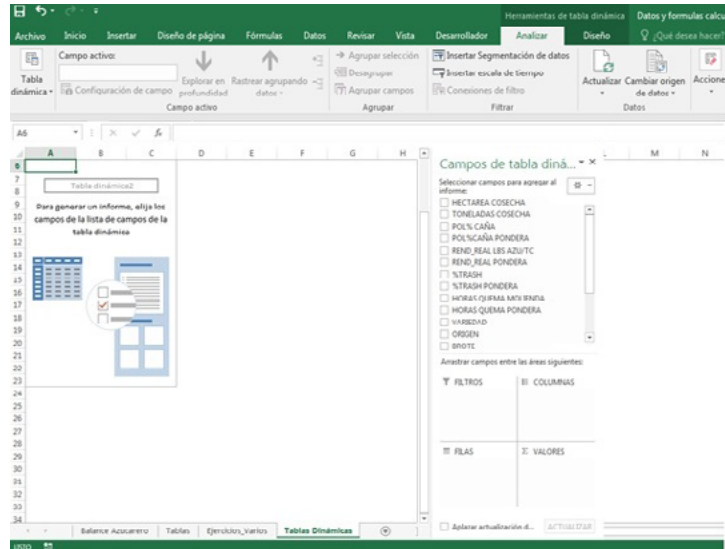


Ilustración 142: creando una Tabla Dinámica

Según la ilustración 140, la tabla dinámica creada muestra su estructura que será configurada de acuerdo a los requerimientos del usuario. También muestra los campos de la tabla dinámica que corresponde a cada columna de la tabla de Productividad de Campos Ingenio Sugar Corp. S. A. Presenta, asimismo, las áreas que corresponden a FILTROS, COLUMNAS, FILAS y VALORES que pasarán a constituir la estructura de la tabla dinámica. Como ejemplo de todas estas instrucciones, va a procederse a diseñar según la ilustración 131; hacer lo siguiente:

- a) Las filas del ilustración 131 las constituye los elementos del campo Brote; entonces, en la sección Campos de tabla dinámica, hacer clic en el campo Brotes o, arrastrándolo con el mouse hacia el área FILAS, presentará la ventana como la ilustración 143:

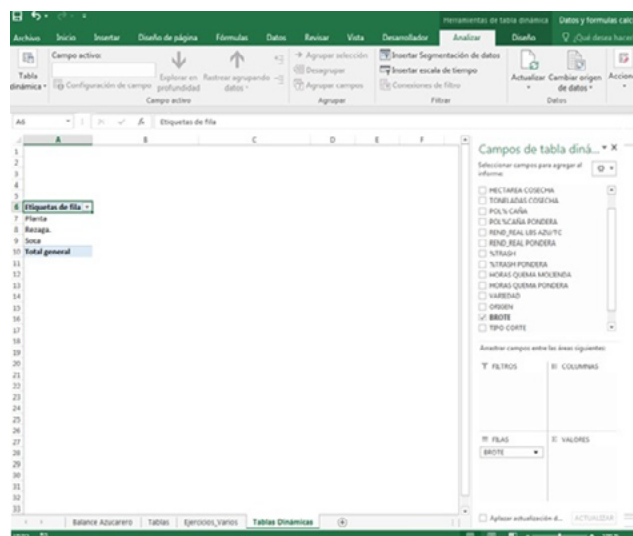


Ilustración 143: generando filas del ilustración 131 con el campo Brote

| Etiquetas de fila    | Suma de HECTÁREA COSECHA | Suma de TONELADAS COSECHA |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Plantas              | 84,43                    | 8.578,14                  |
| RIEAGA               | 76,51                    | 3.781,06                  |
| Toca                 | 234,95                   | 17.403,23                 |
| <b>Total general</b> | <b>395,89</b>            | <b>29.762,43</b>          |

Ilustración 144: cálculo de hectáreas y toneladas cosechadas utilizando tablas dinámicas

- b) Para obtener los valores de la ilustración 131, que corresponden a toneladas cosecha y hectárea cosecha, en Campos de tabla dinámica hacer clic o arrastrar con el mouse los campos Hectárea Cosecha y Toneladas Cosecha hacia el área VALORES; el resultado mostrará como la ilustración 144.

## 2.5. CAMPOS CALCULADOS

- c) Para la columna POL%CAÑA de la ilustración 131, debe realizarse el cálculo sobre los valores ponderados del mismo; entonces, dentro de la tabla dinámica, habrá que crear un campo calculado. Para ello, en HERRAMIENTAS DE TABLA DINÁMICA, hacer clic en las opciones ANALIZAR, seguidamente emergerá la ventana Insertar campo calculado y, en el cuadro de texto Nombre, escribir un nombre para el campo calculado; para este caso, el nombre será Pol % caña. En el cuadro de texto Fórmula, debe escribirse la fórmula o expresión para el cálculo del Pol de la caña.

| Etiquetas de fila    | Suma de HECTÁREA COSECHA | Suma de TONELADAS COSECHA |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Plantas              | 84,43                    | 8.578,14                  |
| RIEAGA               | 76,51                    | 3.781,06                  |
| Toca                 | 234,95                   | 17.403,23                 |
| <b>Total general</b> | <b>395,77</b>            | <b>29.762,43</b>          |

Ilustración 145: insertando un campo calculado

Es recomendable, en esta expresión, introducir un operador lógico para evitar resultados no deseados que puede presentarse cuando el campo TONELADAS COSECHADAS tenga el valor de 0,00; la expresión será:

$\text{hspace1cm} = \text{SI}(\text{'TONELADAS COSECHA'} > 0; 100 * \text{'POL\%CAÑA PONDERA'} / \text{'TONELADAS COSECHA'}; 0)$

El resultado de estas operaciones es presentado en la ilustración 146:

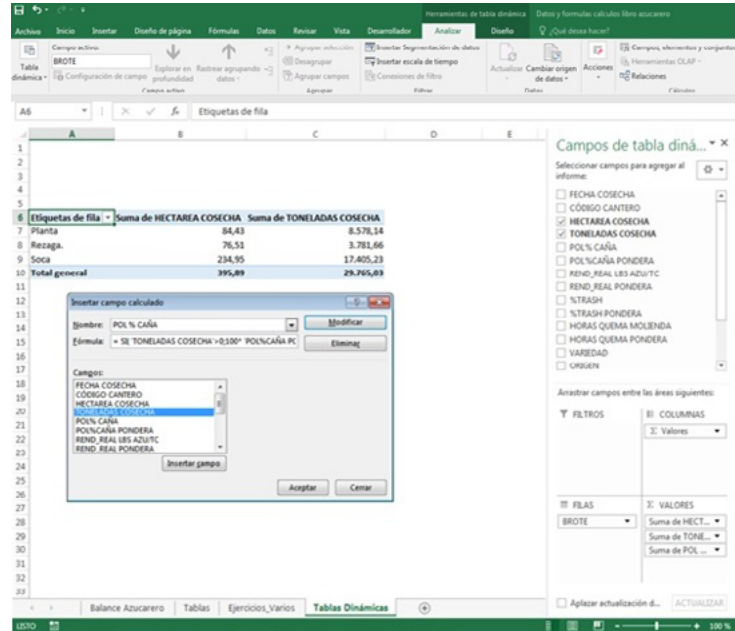


Ilustración 146: insertando un campo calculado y creando fórmula

- d) Una vez concluida la escritura de la fórmula, hacer clic en la tecla Aceptar y la tabla dinámica se presentará como la ilustración 147; nótese que, a pesar de ser cálculo de promedio ponderado, por defecto Excel agrega la palabra “Suma de” a la etiqueta POL % caña.

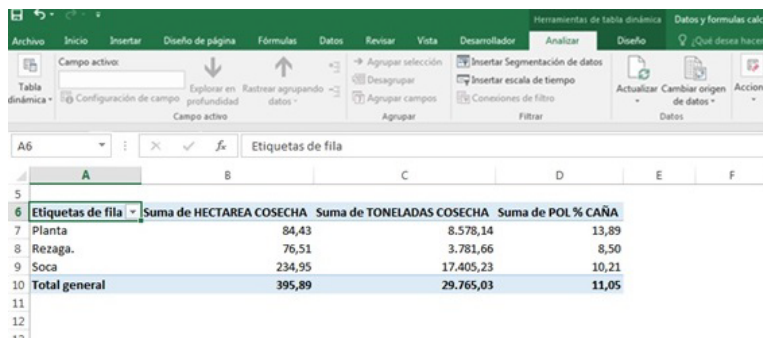


Ilustración 147: tabla dinámica con campo calculado POL % caña

- e) La siguiente columna de la ilustración 131, que corresponde a  $\text{REND\_REAL LBS AZU /TC}$ , al ser también un cálculo sobre promedios ponderados, puede procederse de forma igual al cálculo de Pol%Caña; por lo que su fórmula para el cálculo es:

$=\text{SI}(\text{'TONELADAS COSECHA'} > 100; 100 * \text{'REND\_REAL PONDERA'} / \text{'TONELADAS COSECHA'}; 0)$

Esta debe ser ingresada en el cuadro texto de Fórmula tal como indica la ilustración 148, y su resultado es mostrado en la ilustración 149:

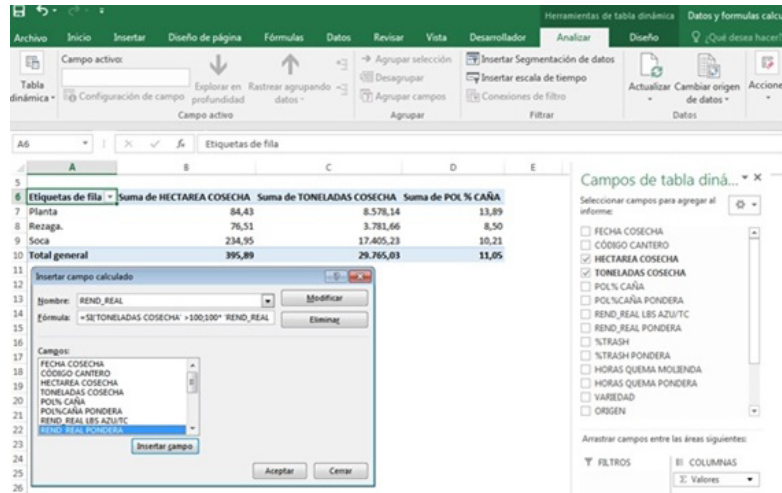


Ilustración 148: insertando campo REND\_REAL en libras azúcar por ton. Caña

| Etiquetas de fila | Suma de HECTAREA COSECHA | Suma de TONELADAS COSECHA | Suma de POL % CAÑA | Suma de REND_REAL |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|
| Planta            | 84,43                    | 8.578,14                  | 13,89              | 237,82            |
| Rezag.            | 76,51                    | 3.781,66                  | 8,50               | 144,53            |
| Soca              | 234,95                   | 17.405,23                 | 10,21              | 174,21            |
| Total general     | 395,89                   | 29.765,03                 | 11,05              | 186,77            |

Ilustración 149: tabla dinámica con campo calculado REND\_REAL en libras azúcar por ton. caña

- f) Para las columnas % TRASH Y HORAS QUEMA MOLIENDA de la ilustración 131, sus cálculos igualmente involucran promedios ponderados, por lo que debe seguirse en forma similar con los dos campos calculados recientemente realizados, de modo que se deja como ejercicio para el usuario. La tabla dinámica con todos los cálculos mostrará como la ilustración 150:

| Etiquetas de fila | Suma de HECTAREA COSECHA | Suma de TONELADAS COSECHA | Suma de POL % CAÑA | Suma de REND_REAL | Suma de % TRASH | Suma de HORAS QUEMA MOLIENDA |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|
| Planta            | 84,43                    | 8.578,14                  | 13,89              | 237,82            | 5,36            | 27,26                        |
| Rezag.            | 76,51                    | 3.781,66                  | 8,50               | 144,53            | 5,14            | 23,98                        |
| Soca              | 234,95                   | 17.405,23                 | 10,21              | 174,21            | 4,87            | 26,29                        |
| Total general     | 395,89                   | 29.765,03                 | 11,05              | 186,77            | 4,91            | 26,25                        |

Ilustración 150: tabla dinámica con totalidad de cálculos para ilustración 131

Una vez obtenida la tabla dinámica que interpreta a la ilustración 131, Excel permite cambiar las etiquetas de las columnas sin afectar los cálculos de la tabla dinámica, de tal manera que el diseño final refleje lo indicado en la ilustración 131, realizando estos cambios la tabla dinámica queda como la ilustración 151:

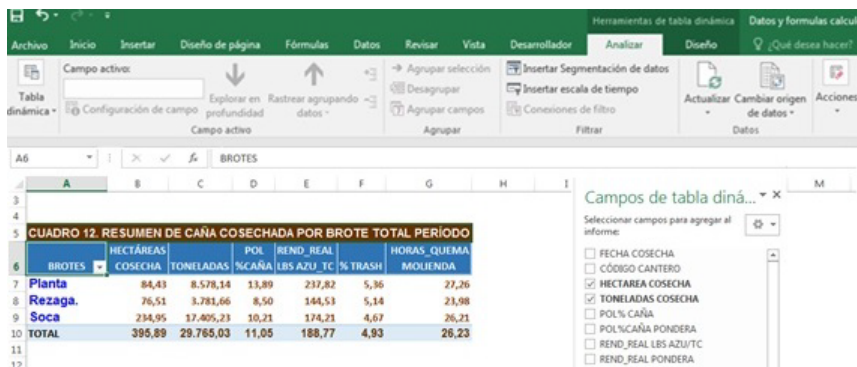


Ilustración 151: tabla dinámica aplicado a ilustración 131

## 2.6. LOS FILTROS

Entre muchas habilidades que disponen las tablas dinámicas, está la aplicación de filtros. Estos permiten discriminar o separar información o datos que cumplan ciertos requisitos en función de las necesidades del usuario; así, por ejemplo, la ilustración 131 quiere conocer la información de acuerdo a la variedad de la caña, tal como ragnar, barbados, etc. Para ello se procede de la siguiente forma:

- Hacer clic sobre cualquiera celda de la tabla dinámica para el ilustración 131, en este caso en la celda A6.
- Desde la sección Campos de tabla dinámica, utilizando el mouse, arrastrar el campo Variedad hacia el área FILTROS e, inmediatamente, el filtro variedad estará reflejado en la tabla dinámica para el ilustración 131, como indica la ilustración 152:

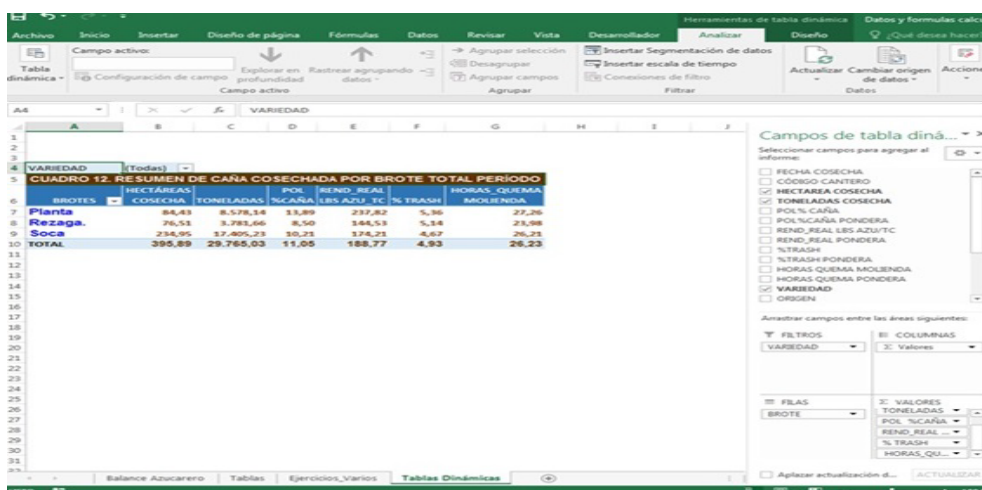


Ilustración 152: uso de FILTROS en Tabla dinámica aplicado a ilustración 131

El usuario, a partir de este filtro, puede obtener información en función de la variedad. En la ilustración 153, puede observarse los resultados de filtrar información para la variedad CeniCaña y, en la ilustración 154, el usuario encontrará la inclusión de filtro para origen de la caña.



| BROTOS       | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS       | POL %CAÑA    | REND_REAL LBS AZU_TC | % TRASH     | HORAS_QUEMA MOLIENDA |
|--------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Planta       | 15,34             | 1.552,95        | 13,84        | 235,50               | 5,02        | 22,16                |
| Soca         | 55,35             | 3.748,38        | 9,30         | 157,48               | 4,57        | 25,31                |
| <b>TOTAL</b> | <b>70,69</b>      | <b>5.301,33</b> | <b>10,63</b> | <b>180,34</b>        | <b>4,71</b> | <b>24,39</b>         |

Ilustración 153: consulta en tabla dinámica para la variedad CeniCaña utilizando filtros

| BROTOS       | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS       | POL %CAÑA    | REND_REAL LBS AZU_TC | % TRASH     | HORAS_QUEMA MOLIENDA |
|--------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------------|-------------|----------------------|
| Planta       | 15,34             | 1.552,95        | 13,84        | 235,50               | 5,02        | 22,16                |
| Soca         | 35,64             | 2.331,45        | 8,97         | 150,93               | 5,78        | 26,84                |
| <b>TOTAL</b> | <b>50,98</b>      | <b>3.884,40</b> | <b>10,92</b> | <b>184,74</b>        | <b>5,48</b> | <b>24,97</b>         |

Ilustración 154: consulta en tabla dinámica para la variedad CeniCaña con origen de caña de cañicultor utilizando filtros

**IMPORTANTE:** cuando existe cambios en el origen la tabla de datos utilizados en la tabla dinámica, en este ejercicio la tabla de Productividad de Campos Ingenio Sugar Corp. S. A., debe actualizarse la consulta de la tabla dinámica y, para ello, hacer clic sobre esta, luego seleccionar las opciones Analizar y actualizar todo desde la barra de menú, como indica la ilustración 155:

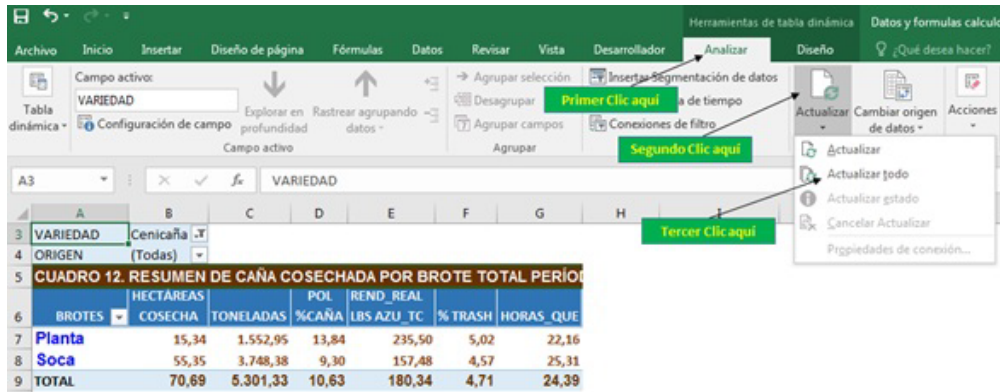


Ilustración 155: actualizando la tabla dinámica para cambios de datos de tabla origen

En el diseño de los cuadros de la Ilustraciones 131, 132, 133, 134 y 135, debe seguirse con procedimientos muy similares a los aplicados para el diseño del ilustración 131 explicado en detalle en las páginas anteriores. Como guía para el usuario en las ilustración 156, 157, 158, 159 y 160, son mostrados en resumen el diseño y resultados de cada una de las tablas dinámicas, incluyendo filtros, para los cuadros referidos.

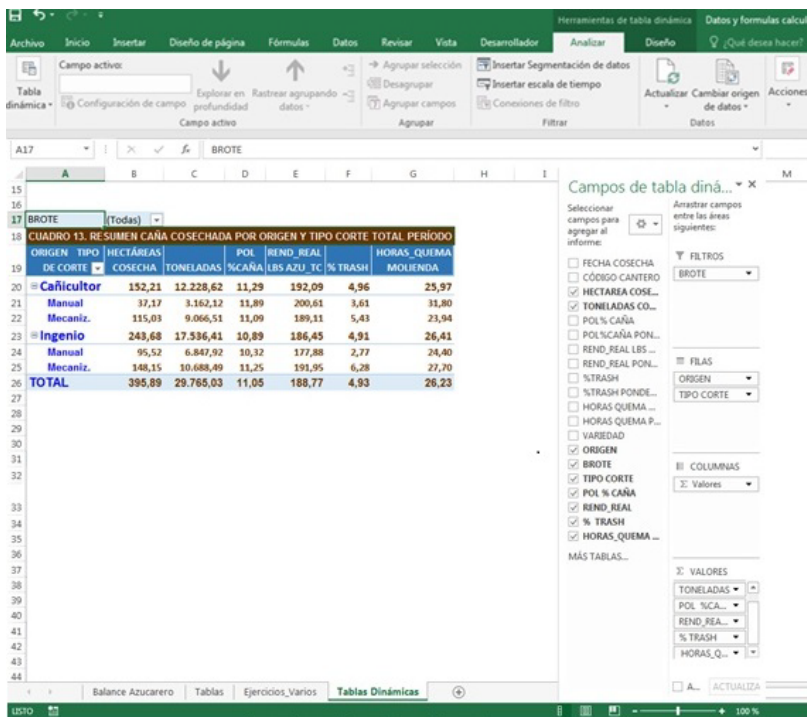


Ilustración 156: resumen del diseño de ilustración 132 como tabla dinámica

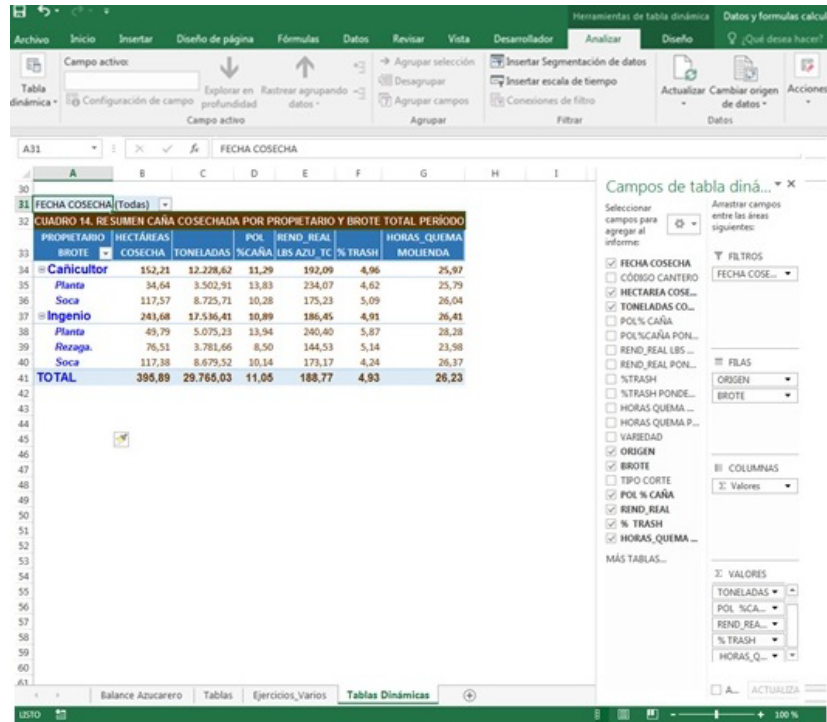


Ilustración 157: resumen del diseño de ilustración 133 como tabla dinámica

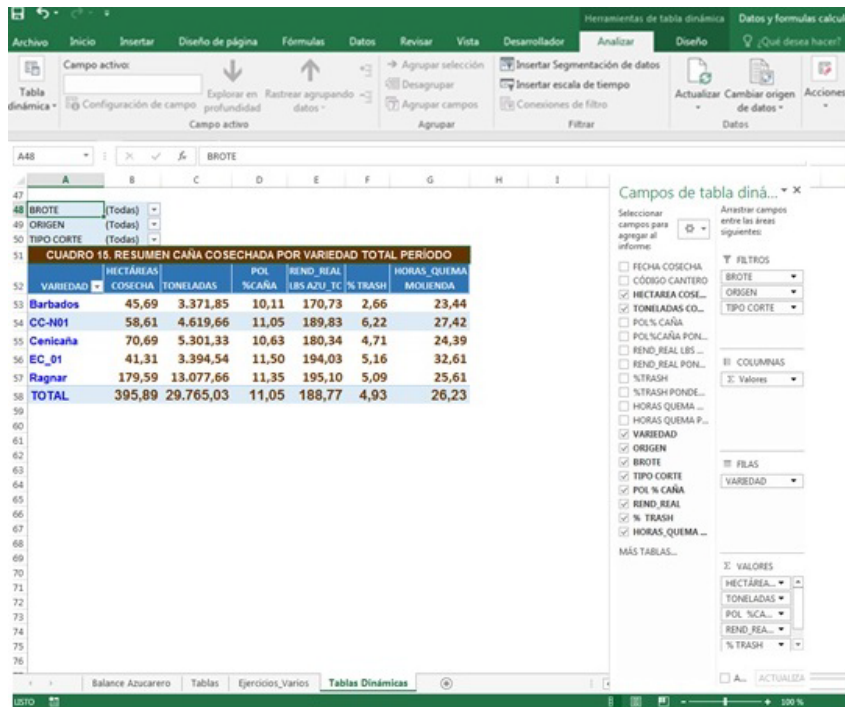


Ilustración 158: resumen del diseño de ilustración 134 como tabla dinámica

**CUADRO 16. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR DÍA TOTAL PERÍODO**

| FECHA        | COSECHA       | TONELADAS        | POL. %CAÑA   | REND. REAL LBS AZU. TC | % TRASH     | HORAS QUEMA MOLIENDA |
|--------------|---------------|------------------|--------------|------------------------|-------------|----------------------|
| 10/07/2016   | 136,25        | 10.759,79        | 11,63        | 197,37                 | 5,20        | 26,58                |
| 11/07/2016   | 164,80        | 10.458,25        | 10,78        | 185,57                 | 5,01        | 27,62                |
| 12/07/2016   | 51,86         | 4.013,16         | 10,92        | 185,53                 | 3,88        | 23,67                |
| 13/07/2016   | 28,07         | 2.030,10         | 10,98        | 185,34                 | 4,36        | 22,58                |
| 14/07/2016   | 34,01         | 2.503,24         | 10,00        | 173,13                 | 5,56        | 25,97                |
| <b>TOTAL</b> | <b>395,89</b> | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b>          | <b>4,93</b> | <b>26,23</b>         |

Ilustración 159: resumen del diseño de ilustración 135 como tabla dinámica

**CUADRO 17. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO**

| ORIGEN       | HECTÁREAS     | COSECHA          | TONELADAS    | POL. %CAÑA    | REND. REAL LBS AZU. TC | % TRASH      | HORAS QUEMA MOLIENDA |
|--------------|---------------|------------------|--------------|---------------|------------------------|--------------|----------------------|
| A-001-000    | 8,44          | 641,60           | 10,37        | 187,10        | 5,37                   | 31,49        |                      |
| A-001-001    | 8,25          | 615,11           | 13,49        | 238,18        | 3,38                   | 29,86        |                      |
| A-001-002    | 13,00         | 961,37           | 9,79         | 168,27        | 8,05                   | 26,87        |                      |
| A-001-003    | 32,19         | 2.410,29         | 10,26        | 175,48        | 2,50                   | 22,87        |                      |
| A-001-004    | 19,71         | 1.414,93         | 9,85         | 168,26        | 2,58                   | 22,80        |                      |
| A-001-005    | 8,66          | 294,26           | 9,58         | 167,12        | 2,76                   | 24,35        |                      |
| A-001-006    | 15,14         | 1.012,93         | 11,84        | 238,10        | 5,02                   | 22,14        |                      |
| A-001-008    | 12,78         | 838,23           | 8,96         | 148,80        | 4,43                   | 25,22        |                      |
| A-001-010    | 19,30         | 1.234,96         | 8,84         | 190,38        | 5,84                   | 25,75        |                      |
| A-001-011    | 22,96         | 2.129,40         | 12,69        | 218,12        | 4,45                   | 19,63        |                      |
| A-001-012    | 9,94          | 681,96           | 13,37        | 222,89        | 3,50                   | 15,42        |                      |
| A-001-015    | 12,62         | 676,82           | 8,82         | 143,78        | 5,84                   | 19,27        |                      |
| A-001-018    | 16,99         | 1.068,36         | 8,60         | 152,09        | 6,64                   | 29,26        |                      |
| A-001-001    | 26,12         | 2.689,82         | 13,96        | 242,00        | 5,99                   | 26,41        |                      |
| B-001-002    | 24,49         | 1.195,75         | 8,46         | 143,08        | 4,74                   | 20,31        |                      |
| B-001-003    | 9,16          | 456,93           | 8,19         | 132,46        | 5,95                   | 16,98        |                      |
| B-001-004    | 12,84         | 935,64           | 8,09         | 145,07        | 2,01                   | 17,76        |                      |
| B-001-005    | 6,60          | 46,77            | 10,65        | 0,00          | 0,00                   | 0,00         |                      |
| B-001-006    | 11,63         | 1.066,17         | 11,46        | 197,42        | 2,93                   | 25,44        |                      |
| B-001-008    | 14,87         | 1.390,30         | 10,38        | 169,95        | 5,26                   | 23,19        |                      |
| B-001-010    | 8,31          | 581,40           | 9,56         | 174,04        | 5,54                   | 24,45        |                      |
| B-001-012    | 7,49          | 494,19           | 9,01         | 164,48        | 5,21                   | 22,87        |                      |
| B-001-013    | 2,08          | 116,84           | 10,37        | 183,10        | 4,54                   | 20,80        |                      |
| B-001-016    | 10,38         | 1.087,09         | 14,32        | 243,54        | 8,13                   | 19,85        |                      |
| C-001-000    | 13,40         | 1.018,09         | 10,37        | 183,26        | 6,33                   | 28,78        |                      |
| C-001-002    | 9,14          | 447,62           | 9,47         | 164,49        | 6,46                   | 18,33        |                      |
| C-001-004    | 6,88          | 97,30            | 10,62        | 0,00          | 0,00                   | 0,00         |                      |
| C-001-001    | 9,83          | 786,44           | 10,95        | 176,57        | 7,02                   | 30,37        |                      |
| C-001-002    | 4,07          | 318,84           | 8,91         | 160,07        | 6,17                   | 27,30        |                      |
| C-001-003    | 8,33          | 591,47           | 8,49         | 167,87        | 5,54                   | 24,45        |                      |
| C-001-004    | 4,01          | 284,96           | 9,49         | 164,41        | 4,41                   | 18,90        |                      |
| C-001-005    | 6,41          | 489,50           | 10,24        | 175,84        | 4,24                   | 17,41        |                      |
| C-001-006    | 10,46         | 1.084,22         | 14,17        | 233,89        | 3,97                   | 19,82        |                      |
| C-001-015    | 12,09         | 953,18           | 10,76        | 184,96        | 4,96                   | 18,64        |                      |
| <b>TOTAL</b> | <b>296,89</b> | <b>29.765,03</b> | <b>11,05</b> | <b>188,77</b> | <b>4,93</b>            | <b>26,23</b> |                      |

Ilustración 160: resumen del diseño del ilustración 136 como tabla dinámica

## 2.7. LA SEGMENTACIÓN DE DATOS EN LAS TABLAS DINÁMICAS

Otra de las herramientas que incrementan la potencia y versatilidad de las tablas dinámicas es la segmentación de datos. Esta herramienta es una variante más avanzada de los filtros estándar iguales a los utilizados en el diseño de las ilustraciones 131 a la 136 aplicando tablas dinámicas. La segmentación de datos contiene un conjunto de opciones que permiten filtrar información en función de los requerimientos o necesidades del usuario.

Para el ejercicio del uso de la segmentación de datos, será de utilidad la tabla dinámica de la ilustración 136 y proceder con los siguientes pasos.

Habilitar la tabla dinámica haciendo clic sobre una celda, en este caso en la celda A140.

De la barra de menú, seleccionar la opción Analizar. Ver la ilustración 161, seguidamente seleccionar la opción Insertar segmentación de datos e, inmediatamente, emerge la ventana de insertar segmentación de datos, tal como indica la ilustración 162.

The screenshot shows the Excel interface with the 'Analyze' ribbon selected. The 'Insert Data Segmentation' task pane is open, displaying the following text:

**Insertar Segmentación de datos**  
Inserta una segmentación de datos para filtrar datos de manera interactiva.  
La segmentación de datos agiliza y facilita el filtrado de las funciones de cubos, tablas, tablas dinámicas y gráficos dinámicos.

| CÓDIGO CANTERO | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS | %CAÑA A | L LBS AZU_TC | % TRASH MA |
|----------------|-------------------|-----------|---------|--------------|------------|
| 141 A-001-288  | 8,44              | 641,60    | 10,37   | 187,10       | 3,57       |
| 142 A-001-300  | 8,25              | 815,11    | 13,49   | 238,18       | 3,38       |
| 143 A-001-301  | 13,50             | 961,57    | 9,73    | 168,37       | 3,05       |
| 144 A-001-302  | 32,19             | 2.410,29  | 10,26   | 171,68       | 2,50       |
| 145 A-001-304  | 19,71             | 1.416,93  | 9,85    | 168,26       | 2,58       |
| 146 A-001-305  | 3,66              | 256,26    | 9,58    | 167,12       | 2,76       |
| 147 A-001-306  | 15,34             | 1.552,95  | 13,84   | 235,50       | 5,02       |
| 148 A-001-308  | 12,78             | 838,23    | 8,96    | 146,80       | 6,63       |
| 149 A-001-310  | 19,20             | 1.236,96  | 8,84    | 150,38       | 5,84       |
| 150 A-001-311  | 22,96             | 2.129,40  | 12,69   | 218,12       | 4,45       |
| 151 A-001-312  | 3,94              | 385,96    | 13,37   | 222,99       | 3,50       |
| 152 A-001-315  | 12,62             | 676,02    | 8,82    | 143,78       | 7,54       |
| 153 A-001-318  | 10,93             | 568,36    | 8,60    | 152,00       | 6,64       |

Ilustración 161: insertando segmentación de datos

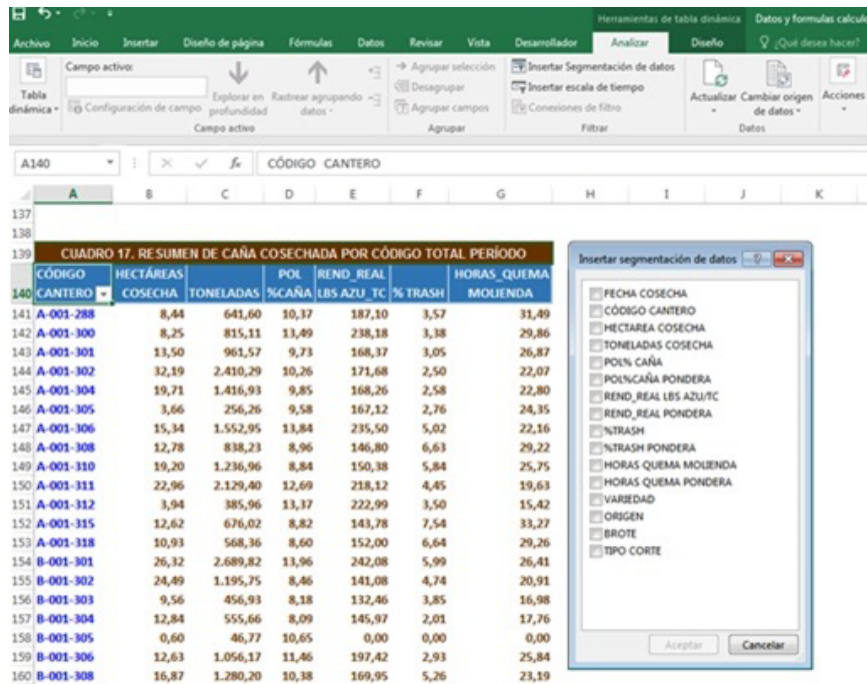


Ilustración 162: la ventana Insertar segmentación de datos

Para el ejercicio, va a crearse la segmentación para fecha cosecha, variedad, origen y tipo de corte; para ello, en las casillas de verificación correspondientes, haciendo clic con el mouse póngase un visto, ver ilustración 163, y luego hacer clic en la tecla Aceptar y la ilustración 164.

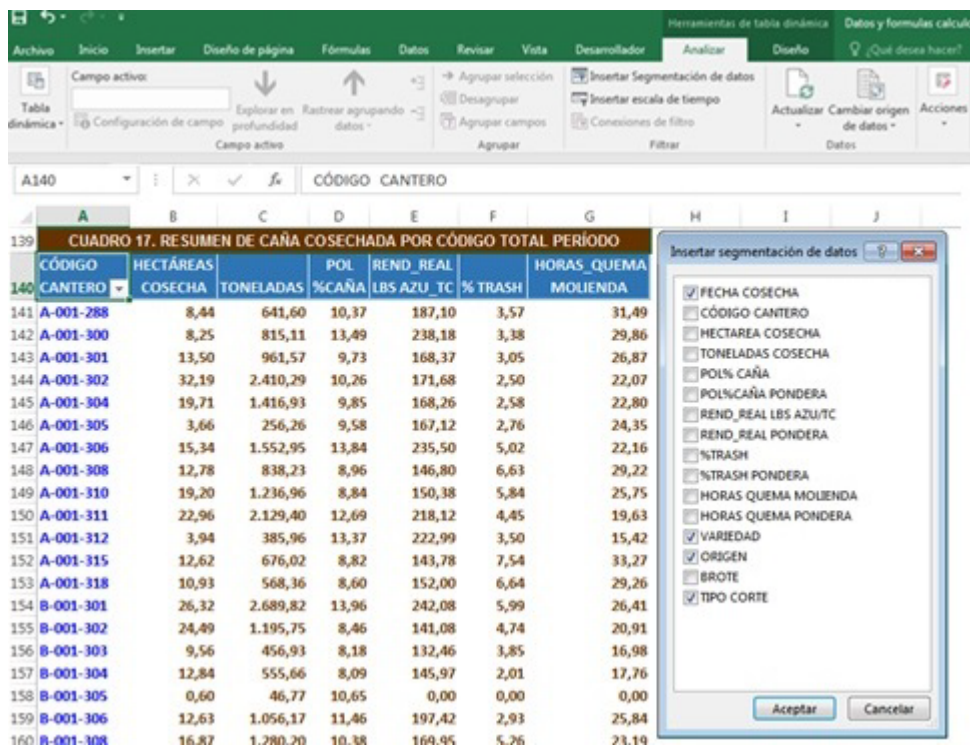


Ilustración 163: segmentado fecha cosecha, variedad, origen, tipo corte

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a dynamic table titled 'CUADRO 17. RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO'. The table has columns for 'CÓDIGO CANTERO', 'HECTÁREAS COSECHA', 'TONELADAS', 'POL', 'REND\_REAL', 'LBS AZÚ TC', '% TRASH', and 'HORAS\_QUEMA MOLIENDA'. The rows list various harvest codes from 141 to 170. To the right of the table, there are four filter panels: 'FECHA COSECHA' (with dates from 10-07-16 to 14-07-16), 'VARIEDAD' (with options: Barbados, CC-N01, Cenicaña, EC\_01, Ragnar), 'ORIGEN' (with options: Caficultor, Ingenio), and 'TIPO CORTE' (with options: Manual, Mecaniz.).

Ilustración 164: tabla dinámica de la ilustración 136 con segmentación de datos

Una vez segmentados los datos, el usuario puede filtrar los datos a su interés; así, por ejemplo, de la ilustración 136 puede obtenerse información para el día 11-07-2016, de la variedad Ragnar, de la propiedad del ingenio y tipo de corte manual, haciendo clic en los respectivos segmentos, y el resultado mostrará como la ilustración 165:

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as in the previous image, but with the filters applied. The 'FECHA COSECHA' filter is set to '11-07-16', 'VARIEDAD' is set to 'Ragnar', 'ORIGEN' is set to 'Ingenio', and 'TIPO CORTE' is set to 'Manual'. The table now only displays the data for these specific criteria. The 'TOTAL' row at the bottom of the table shows the following values: 16,65 Hectáreas, 989,85 Toneladas, 9,57 Pol, 173,09 Rendimiento Real, 2,92 % Trash, and 25,72 Horas Quemadas.

Ilustración 165: tabla dinámica resultante con segmentación de datos

## 2.8. TABLA DINÁMICA A PARTIR DE DOS ORÍGENES DE DATOS O TABLAS RELACIONADAS

Es muy frecuente en la industria azucarera el uso de informes en que sus cálculos han sido obtenidos a través de la información procedente de otras áreas; así, por ejemplo, en el informe de rendimiento de campos o canteros, además de los datos propios de laboratorio, puede requerirse información del área de logística, tal como distancia del cantero, costo unitario ton /km de transporte, etc.

En el siguiente ejemplo, en la ilustración 166 con los cuadros denominados 18 y 19, mediante las herramientas de tablas dinámicas, será diseñada la tabla dinámica, observándose que contiene algunos campos calculados tales como Pol%Caña, calculado mediante promedios ponderados y COSTO TOTAL TRANSPORTE como el producto de toneladas cosechadas, distancia y costo unitario. Los campos calculados en tablas relacionadas son generados a través del complemento POWERPIVOT incluido en Microsoft Excel, debido a que, en este tipo de tablas, se encuentra dificultad respecto a la generación de campos calculados mediante la barra de menú, opciones Analizar y Campos, elementos y conjuntos:

| CODIGO    | DIA       | TONELADAS COSECHA | POL%CAÑA | TON POL%CAÑA |
|-----------|-----------|-------------------|----------|--------------|
| A-001-300 | LUNES     | 732,41            | 11,25    | 82,40        |
| A-001-302 | LUNES     | 622,55            | 12,05    | 75,02        |
| A-001-304 | LUNES     | 610,09            | 10,90    | 66,50        |
| A-001-300 | MARTES    | 859,98            | 13,06    | 112,31       |
| A-001-304 | MARTES    | 585,93            | 12,21    | 71,54        |
| A-001-302 | MIÉRCOLES | 865,74            | 10,50    | 90,90        |
| A-001-311 | MIÉRCOLES | 507,38            | 14,11    | 71,59        |
| B-001-315 | MIÉRCOLES | 986,85            | 13,01    | 128,39       |
| A-001-311 | JUEVES    | 540,45            | 12,08    | 65,29        |

| CODIGO    | DISTANCIA KM | COSTO UNITARIO \$ TON/KM |
|-----------|--------------|--------------------------|
| A-001-300 | 45           | 0,12                     |
| A-001-302 | 10           | 0,16                     |
| A-001-304 | 85           | 0,11                     |
| A-001-311 | 21           | 0,15                     |
| B-001-315 | 36           | 0,13                     |

Ilustración 166: cuadros 18 y 19 como origen de datos para obtener tablas dinámicas resultantes de su unión

| CÓDIGO               | TONELADAS COSECHA | POL%CAÑA     | DISTANCIA KM | COSTO UNITARIO TON/KM | COSTO TOTAL TRANSPORTE |
|----------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| A-001-300            | 1.592,39          | 12,23        | 45           | 0,12                  | 8.598,89               |
| A-001-302            | 1.488,29          | 11,15        | 10           | 0,16                  | 2.381,26               |
| A-001-304            | 1.196,03          | 11,54        | 85           | 0,11                  | 11.182,87              |
| A-001-311            | 1.047,83          | 13,06        | 21           | 0,15                  | 3.300,66               |
| B-001-315            | 986,85            | 13,01        | 36           | 0,13                  | 4.618,47               |
| <b>Total general</b> | <b>6.311,38</b>   | <b>12,10</b> | <b>197</b>   | <b>0,67</b>           | <b>833.039,44</b>      |

Ilustración 167: tabla dinámica a partir de tablas relacionadas, incluye campos calculados



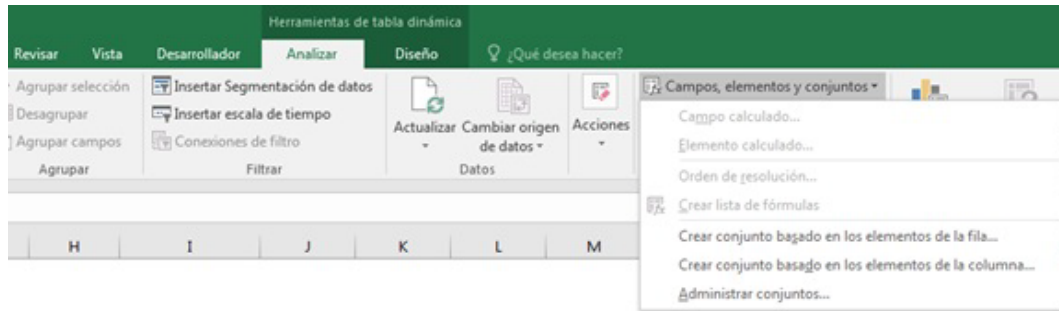


Ilustración 168: opción Campo Calculado inhabilitado para tablas dinámicas a partir de tablas relacionadas

Para el diseño de la ilustración 136, proceder con los siguientes pasos:

- a) Habilitar el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel; para ello, desde la barra de menú, hacer clic secuencialmente en las opciones Archivo y Opciones, como indica la ilustración 169:

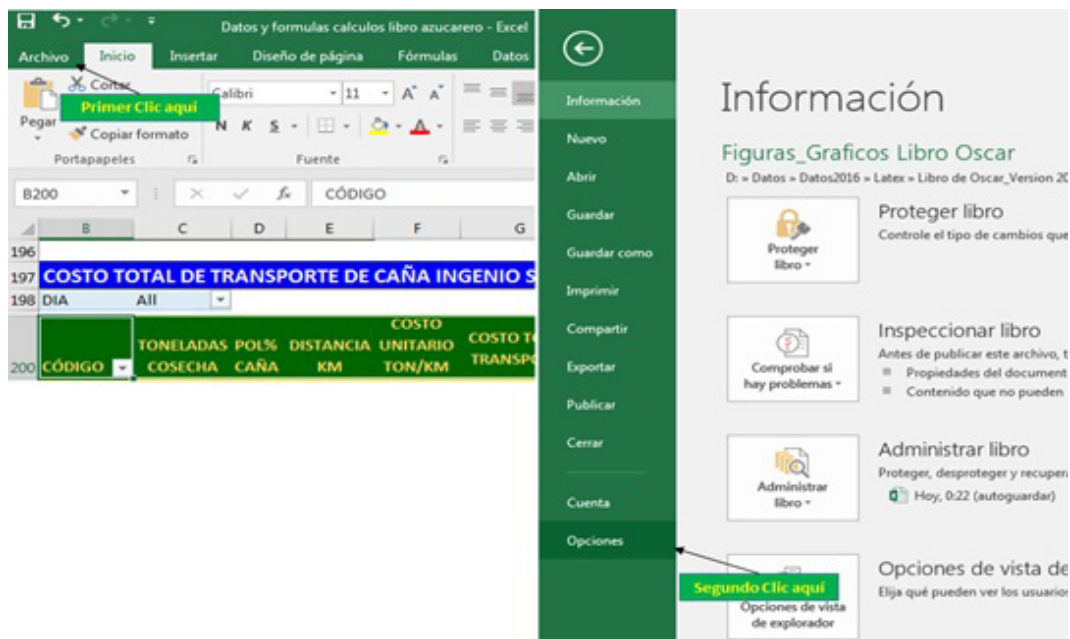


Ilustración 169: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel

- b) Seguidamente, dar clic en Complementos y, en el cuadro de texto, Administrar seleccionar Complementos COM; a continuación, clic en la tecla Ir , todos estos pasos indicados en la ilustración 170:

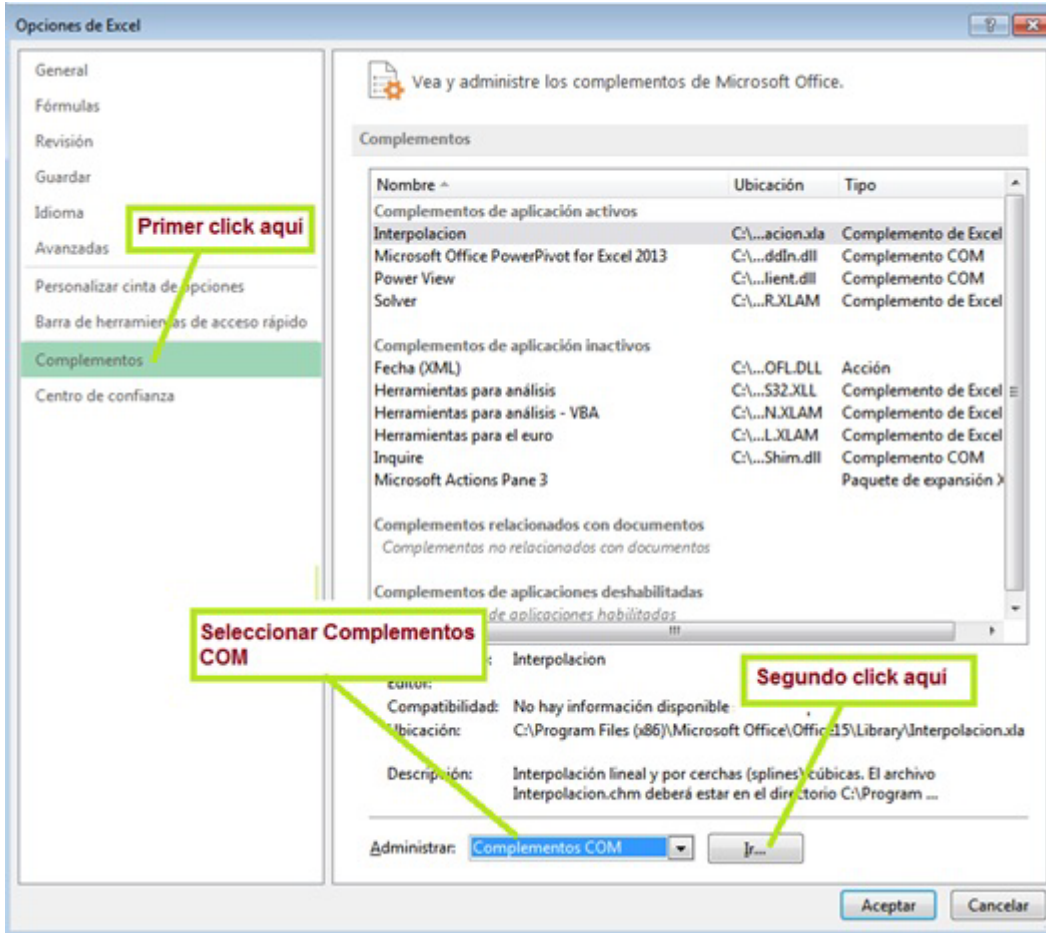


Ilustración 170: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel

- c) En la ventana Complementos COM, colocar en estado visto la opción Microsoft Office PowerPivot for Excel como indica la ilustración 171, dar clic en la tecla Aceptar y, seguidamente, esta herramienta será parte de la barra de menú como indica la ilustración 172:

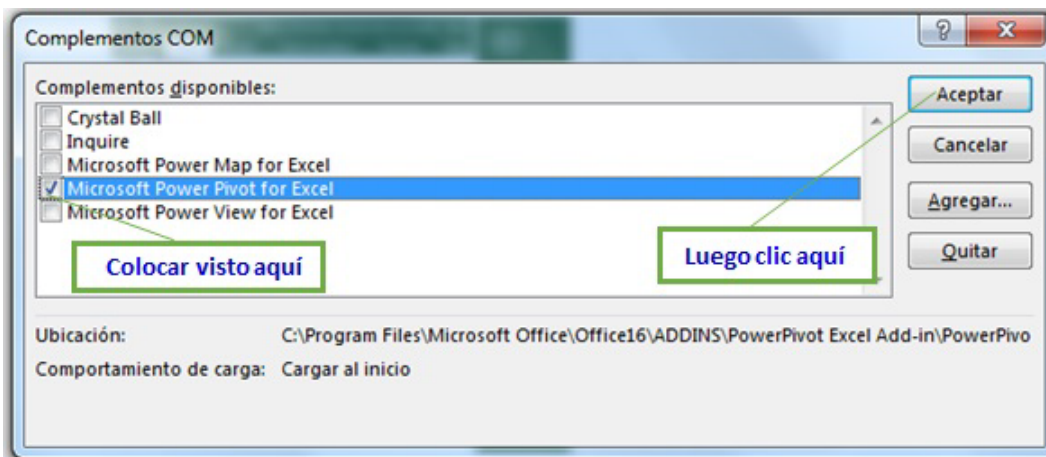


Ilustración 171: habilitando el complemento POWERPIVOT de Microsoft Excel

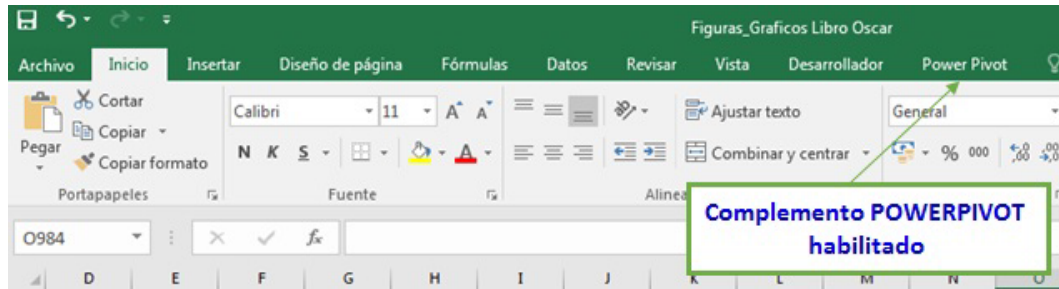


Ilustración 172: el complemento POWERPIVOT en la barra de menú

- d) Posteriormente, para el cuadro 18 de la ilustración 173, señalar rango A186:E195 y, en la sección cuadro de nombre, escribir Tabla\_Laboratorio, igualmente proceder con el cuadro 19 utilizando el rango G186:I191 en que, en la sección cuadro de nombre, escribir Tabla\_Logistica. El siguiente paso consiste en crear dos tablas para administrar datos relacionados con los rangos creados; para esto, en la barra de menú, hacer clic en la opción Insertar y, a continuación, clic en la opción Tabla; emergerá la ventana Crear tabla, en el cuadro de texto ¿Dónde están los datos de la tabla? escribir Tabla\_Laboratorio, pasos indicados en la ilustración 174. Seguidamente, hacer clic en el botón Aceptar. Proceder de forma similar para crear la tabla denominada Tabla\_Logistica; en la ilustración 175, puede observarse las dos tablas creadas con sus respectivas flechas de lista desplegable:

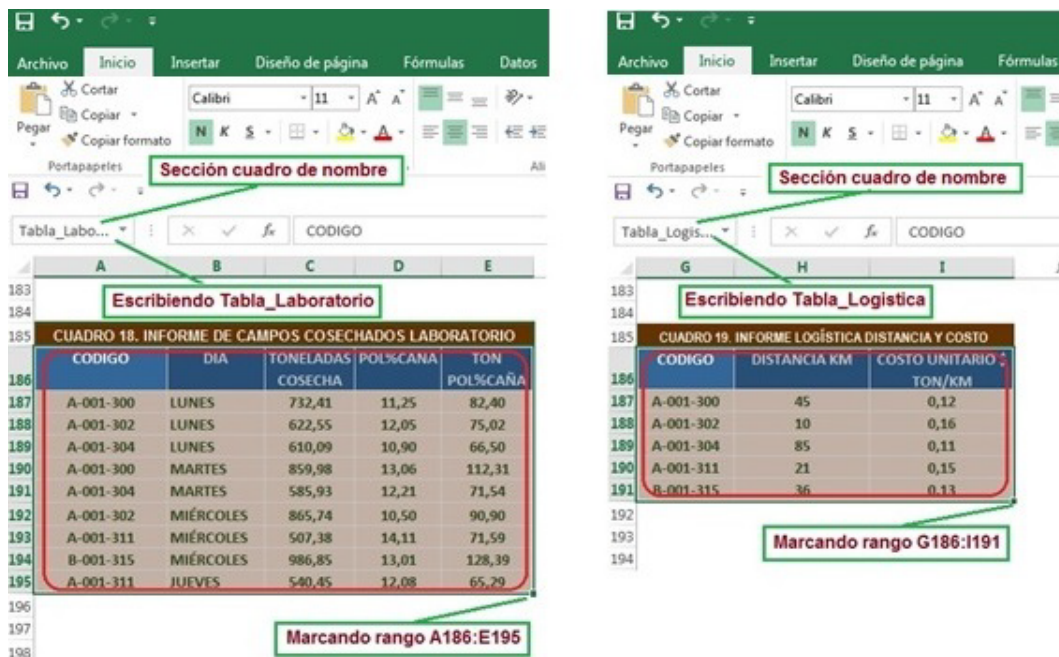


Ilustración 173: creando cuadro de nombres para rangos A186:E195 y G186:I191 etiquetados con Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logistica, respectivamente

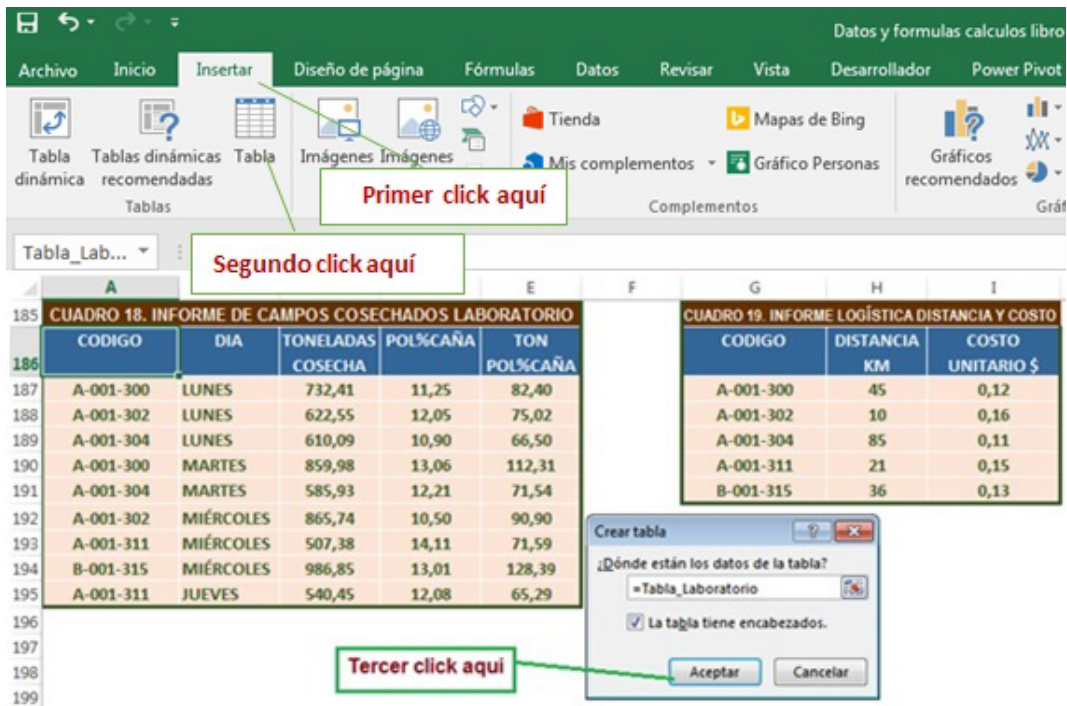


Ilustración 174: creando las tablas para Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logistica

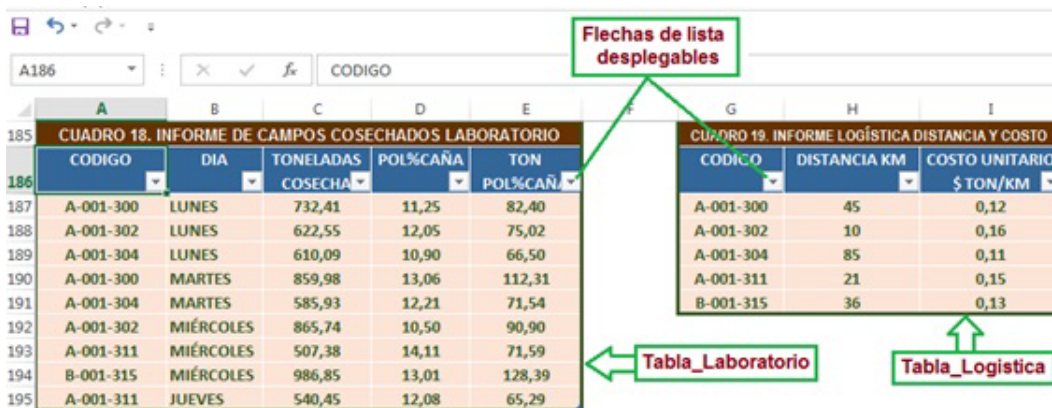


Ilustración 175: presentación de Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logistica creadas

- e) Para crear la tabla dinámica, en la barra de menú consecutivamente hacer clic en las herramientas Insertar y Tabla dinámica, y emerge la ventana contextual Crear tablas dinámicas. Hacer clic en Seleccione una tabla o rango y, en el cuadro de texto Tabla o rango, escribir Tabla\_Laboratorio; cliquer en Hoja de cálculo existente y el cuadro de texto.

Ubicación escribir B200 y finalmente hacer clic en Agregar estos datos al Modelo de datos y clic en la tecla Aceptar, tal como presenta la ilustración 176.

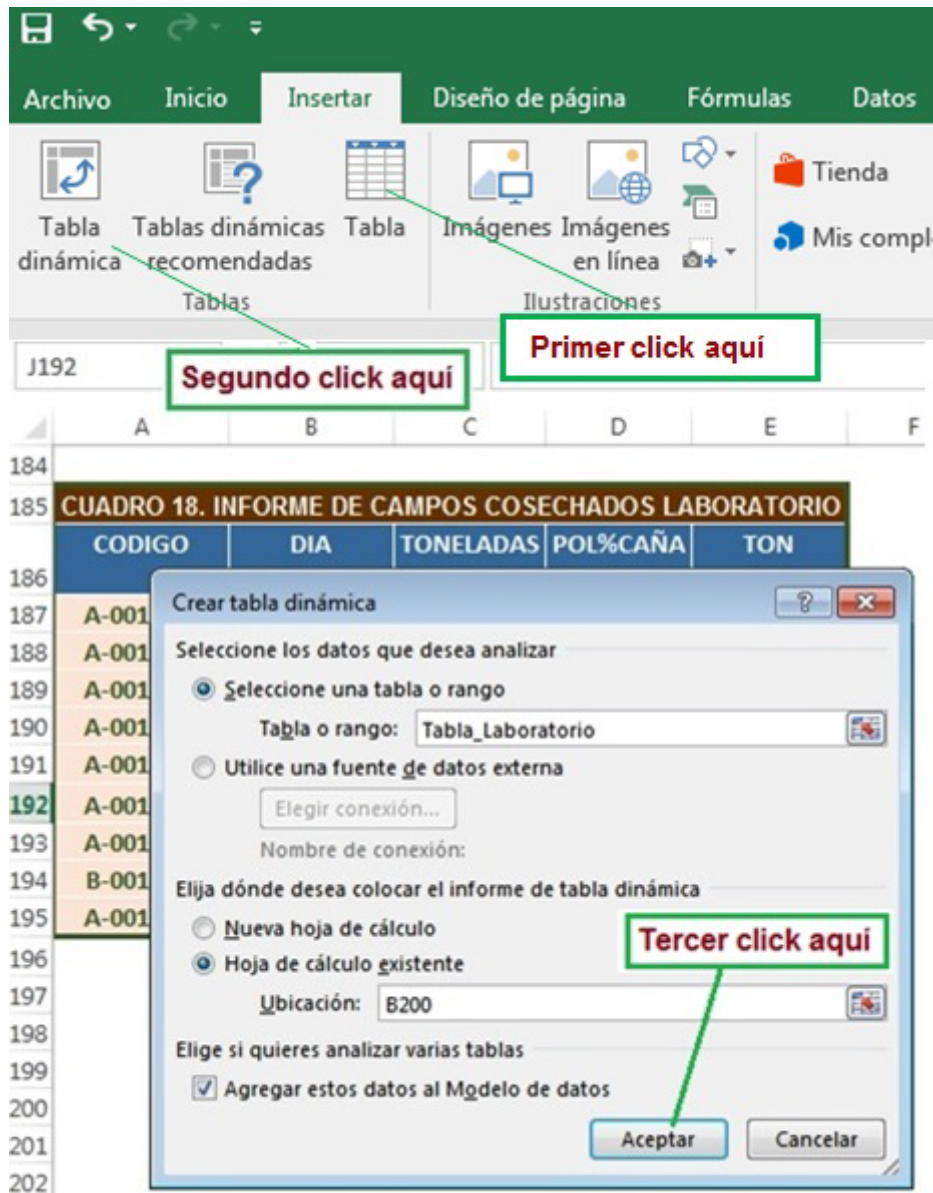


Ilustración 176: creando tabla dinámica con tablas relacionadas

- f) De inmediato, emergerá la estructura de la tabla dinámica y la barra de menú mostrará habilitada la opción Herramientas de tabla dinámica; hacer clic en la opción Analizar y luego en la opción Relaciones, y mostrará la ventana Administrar relaciones. Finalmente, clic en la tecla Nuevo, tal como indica la ilustración 178. Una condición necesaria para que la opción Relaciones opere adecuadamente es que las tablas creadas tales como Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logística tengan un campo en común, en este caso el campo Código, que permitirá obtener información de estas dos tablas en función de este campo.

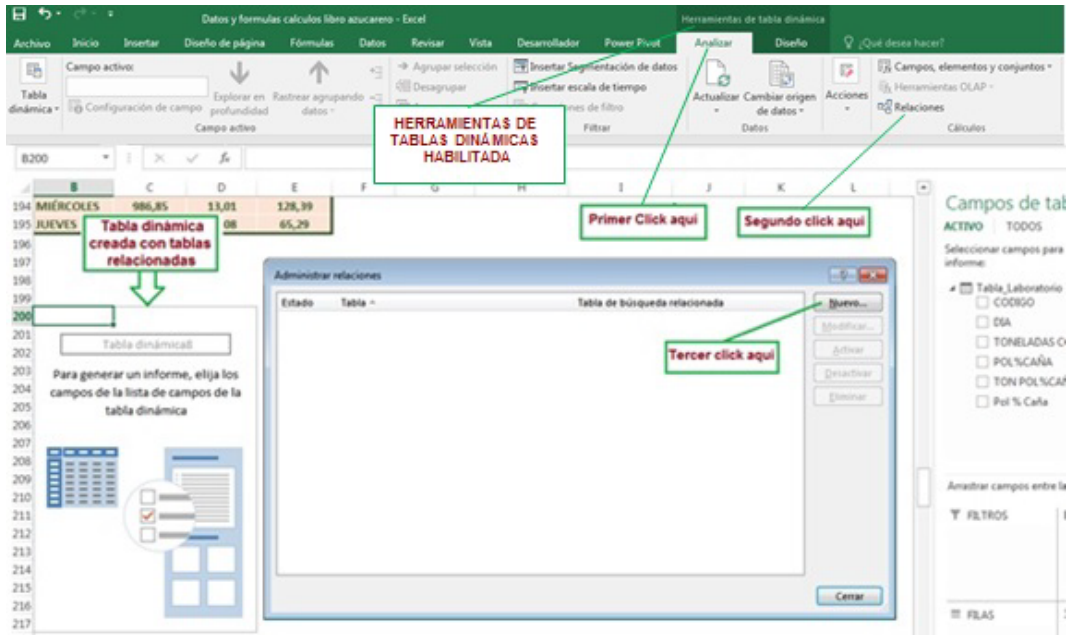


Ilustración 177: creando tabla dinámica con tablas relacionadas

- g) En la ventana Crear relación, en la lista desplegable de Tabla seleccionar Tabla\_Laboratorio; luego, en la lista desplegable Tabla relacionada, seleccionar Tabla\_Logistica; en la lista desplegable Columna (externa), seleccionar Código, y en la lista desplegable Columna relacionada (principal), seleccionar Código. A continuación, hacer clic en tecla Aceptar, como muestra la ilustración 178, y exhibirá la ventana Administrar Relaciones en que puede observarse la relación creada e indicada en la ilustración 179; a continuación, hacer clic en la tecla Cerrar para aceptar esta relación.

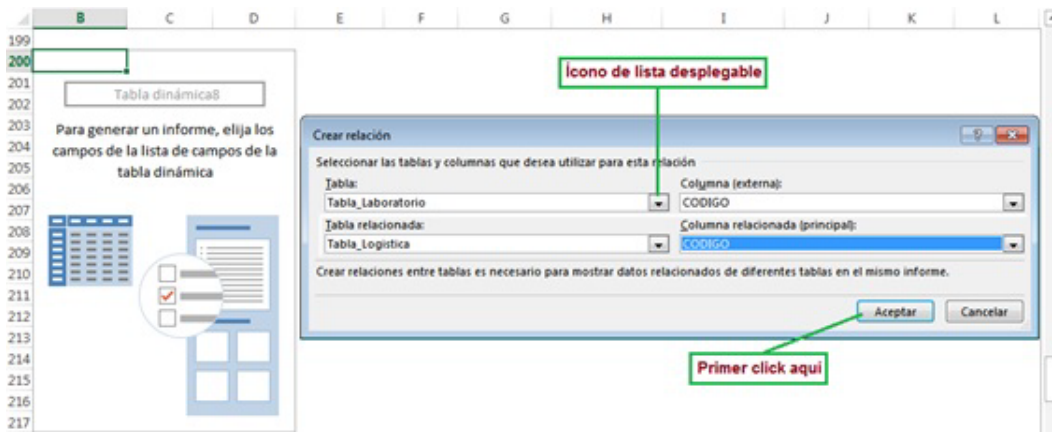


Ilustración 178: creando relaciones para tabla dinámica

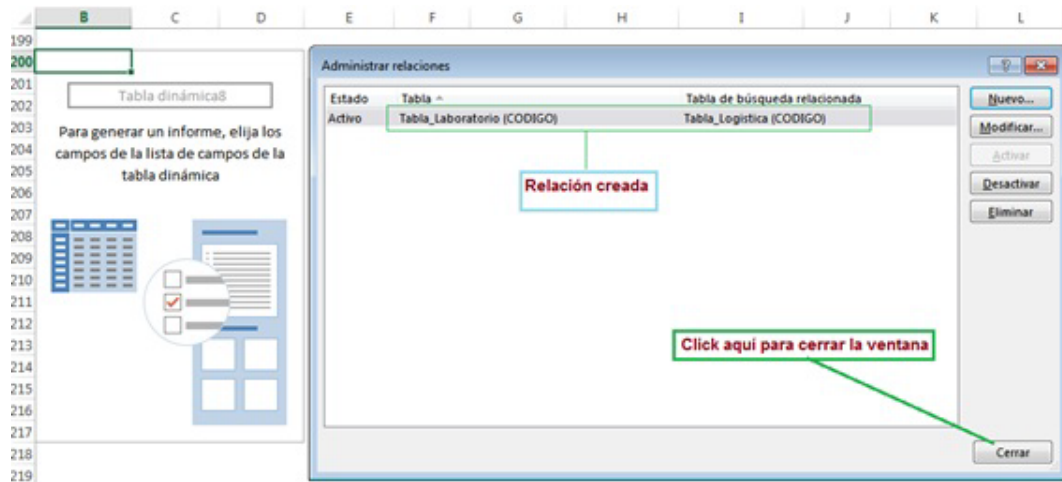


Ilustración 179: mostrando relación creada y cerrando la ventana Administrar relaciones

- h) En la sección de Campos de tabla dinámica, hacer clic en la opción Todos y, seguidamente, clic con el botón derecho del mouse sobre la opción Tabla\_Logistica. A continuación, clic con el botón izquierdo del mouse sobre la opción Mostrar en pestaña activa, ver la ilustración 180, luego clic en la opción Activo; en este momento, muestra las dos tablas activas Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logistica, indicadas en la ilustración 181:

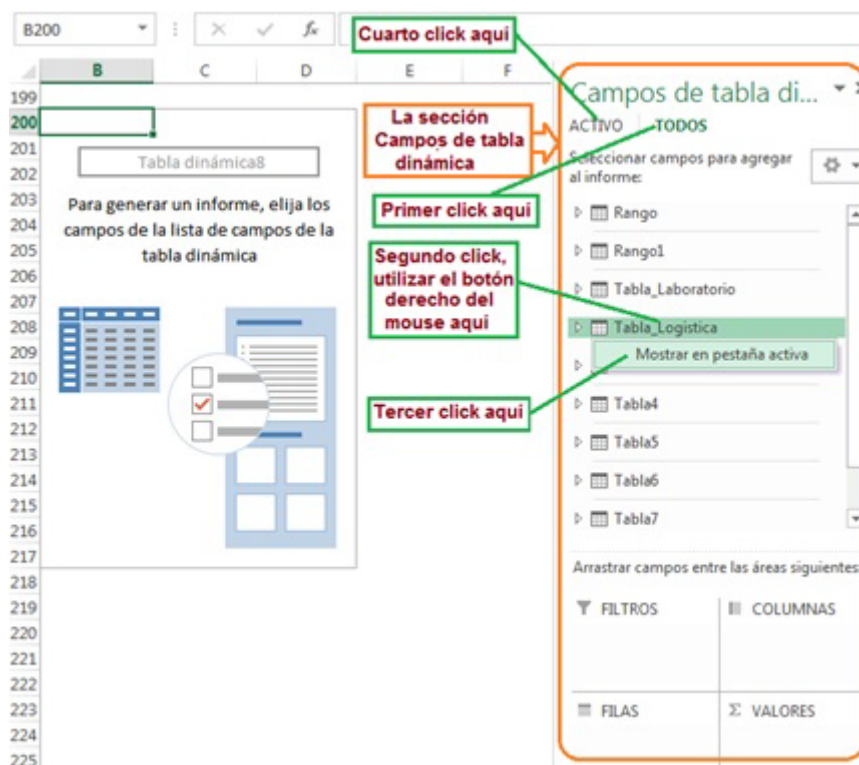


Ilustración 180: mostrando tablas activas Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logistica

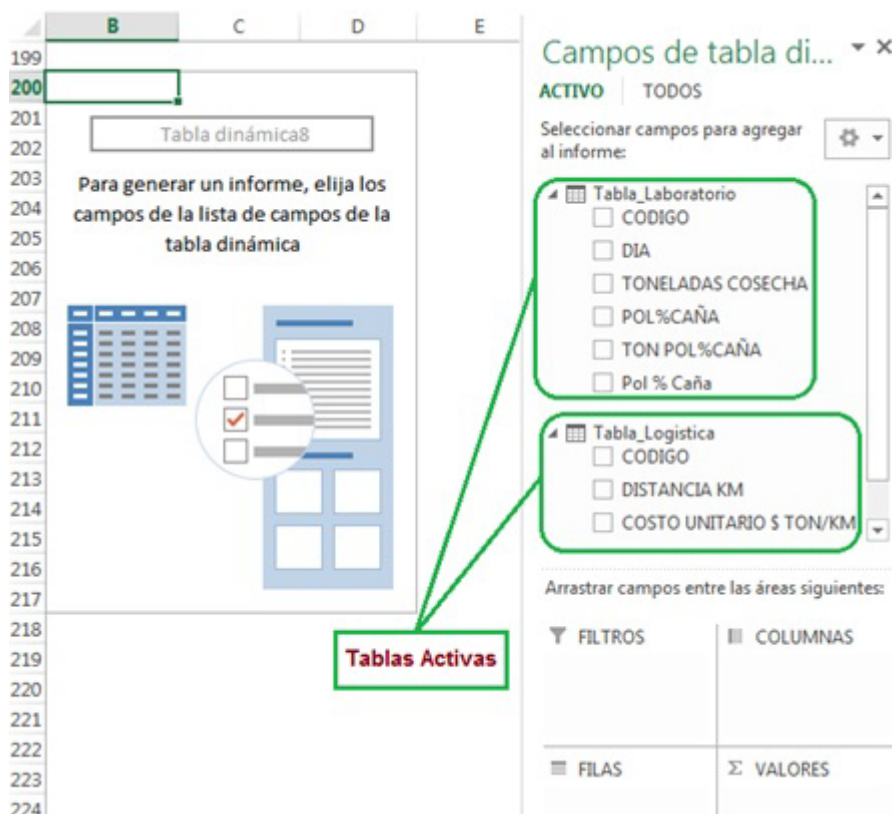


Ilustración 181: Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logística en modo Activo

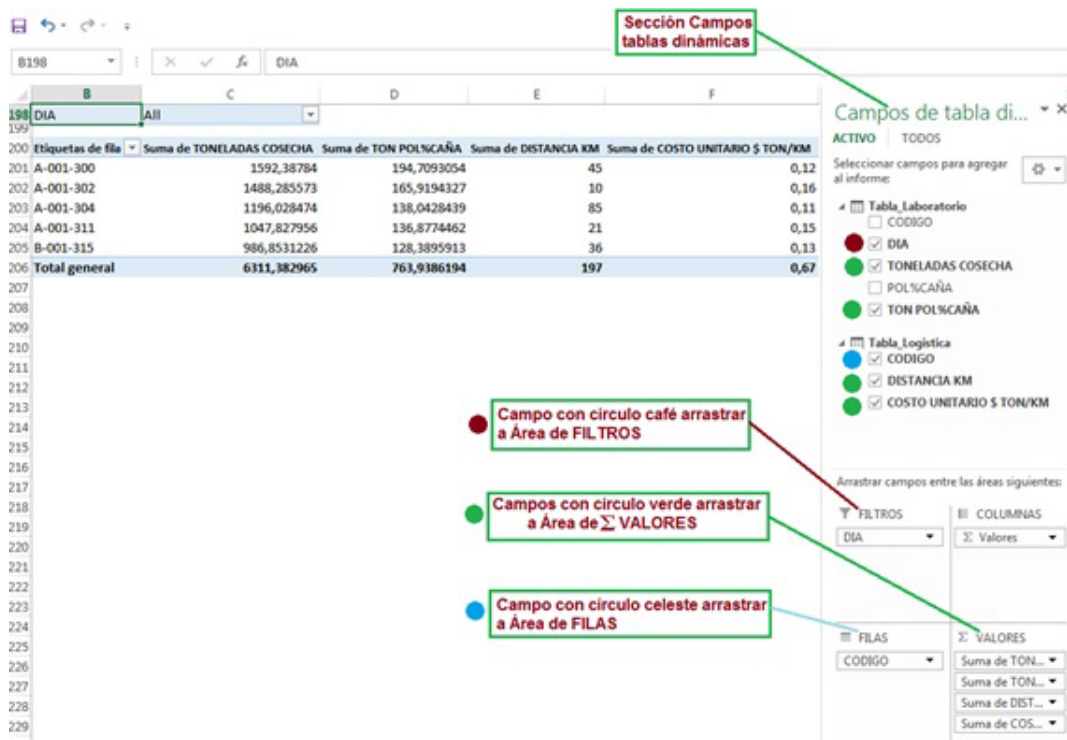


Ilustración 182: Tabla Dinámica resultante de la relación entre Tabla\_Laboratorio y Tabla\_Logística



- i) En la sección Campos de tabla dinámica, de la Tabla\_Logística con el mouse arrastrar el campo CODIGO hacia el área de FILAS y los campos DISTANCIA KM, COSTO UNITARIO \$ TON/KM, así como los campos TONELADAS COSECHADAS y TON POL%CAÑA de la Tabla\_Laboratorio arrastrarlos hacia el área de  $\Sigma$  VALORES. La tabla dinámica en esta instancia es presentada en la ilustración 182.
- j) En este momento es necesario crear campos calculados y, como fue indicado en párrafos anteriores, el complemento o herramienta a utilizarse en la generación de campos calculados para tablas relacionadas es POWERPIVOT, opción que fue habilitada en la barra de menú con sus explicaciones previas. Para crear los campos calculados etiquetados como Pol%Caña y Costo\_Total\_Transporte, con la tabla dinámica activa, hacer clic en la opción POWERPIVOT de la barra de menú, luego clic en la opción Medidas y clic en la opción Nuevo Medida y emergerá la ventana Medida, pasos mostrados en la ilustración 183:

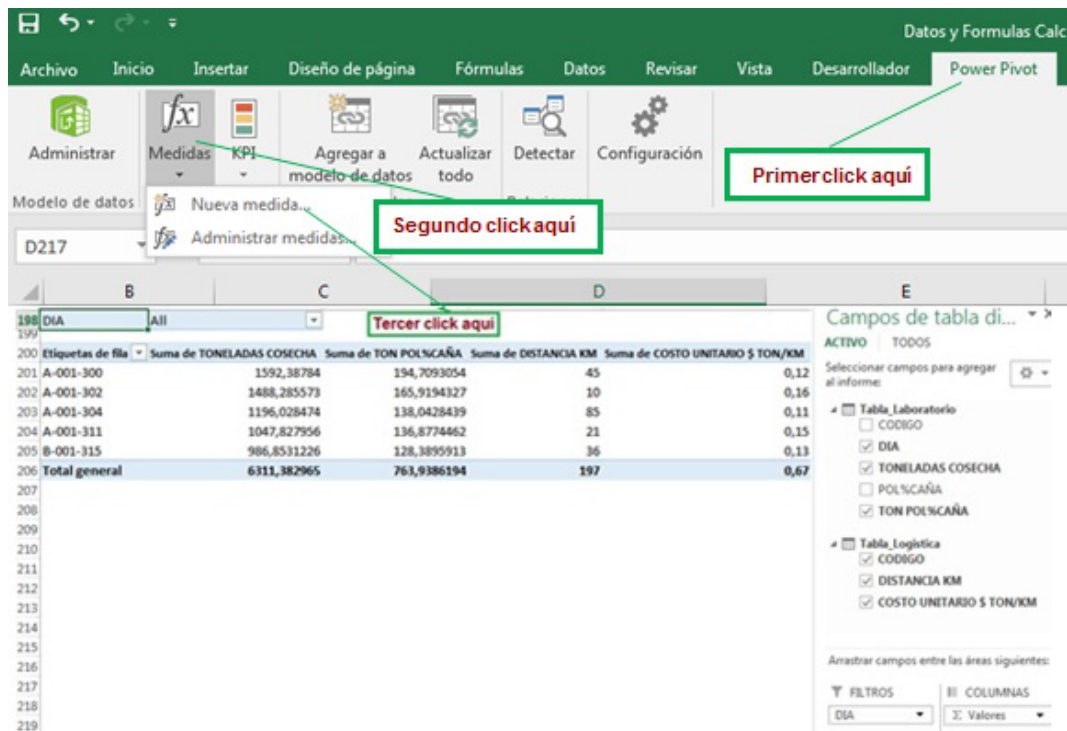


Ilustración 183: creando campos calculados en la tabla dinámica con la herramienta POWERPIVOT

- k) En la ventana Medida, proceder a crear el campo calculado Pol%Caña y para ello en Nombre de tabla seleccionar Tabla\_Laboratorio, en Nombre de la Medida escribir Pol%Caña, en Descripción escribir Cálculo de Pol por ciento caña. Para escribir la fórmula de cálculo, utilizar los nombres de las columnas de la tabla dinámica dentro de corchetes; así, por ejemplo, la fórmula a escribir para calcular el Pol%Caña será:

### Fórmula para calcular Pol%Caña en Tabla Dinámica

=100\*[Suma de TON POL%CAÑA]/[Suma de TONELADAS COSECHA]

Ecuación 50: fórmula para calcular Pol%Caña en Tabla Dinámica

En que Suma de TON POL%CAÑA y Suma de TONELADAS COSECHA son los nombres de la tabla dinámica activa. Las fórmulas también pueden contener operadores lógicos, funciones matemáticas, estadísticas, etc. Si es necesario comprobar la fórmula, hacer clic en el botón Comprobar fórmula; estos pasos descritos pueden observarse en la ilustración 184. Para finalizar, hacer clic en la tecla Aceptar e inmediatamente en la tabla dinámica desplegará el campo calculado Pol%Caña indicado en la ilustración 185:

Para comprobar fórmula hacer click aqui

Nombres de columnas utilizados en fórmula

| Etiquetas de fila | Suma de TONELADAS COSECHA | Suma de TON POL%CAÑA | Suma de DISTANCIA KM |
|-------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| A-001-300         | 1592,38784                | 194,7093054          | 45                   |
| A-001-302         | 1488,285573               | 165,9194327          | 10                   |
| A-001-304         | 1196,028474               | 138,0428439          | 85                   |
| A-001-311         | 1047,827956               | 136,8774462          | 21                   |

Ilustración 184: creando el campo calculado Pol%Caña

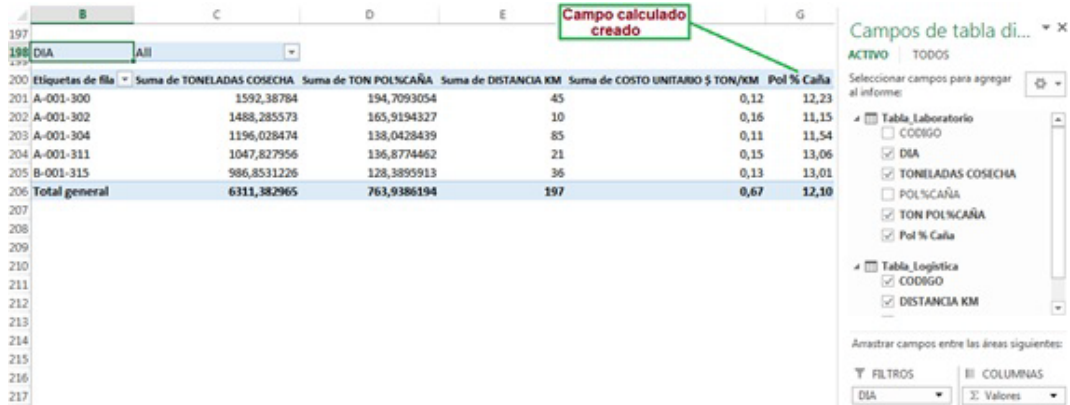


Ilustración 185: tabla dinámica con campo calculado Pol%Caña

- i) Utilizando similar procedimiento que para el campo calculado Pol%Caña, crear el campo calculado Costo\_Total\_Transporte. La información ingresada en la ventana Campo calculado y la tabla dinámica con el campo creado son mostrados, respectivamente, en las ilustraciones 186 y 187:

|     | C                                | D                           | E                           | F                                      |
|-----|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| All |                                  |                             |                             |  |
|     | <b>Suma de TONELADAS COSECHA</b> | <b>Suma de TON POL%CAÑA</b> | <b>Suma de DISTANCIA KM</b> | <b>Suma de COSTO UNITARIO \$ TONKM</b> |
|     | 1592,38784                       | 194,7093054                 | 45                          | 0,12                                   |
|     | 1488,285573                      | 165,9194327                 | 10                          | 0,16                                   |
|     | 1196,028474                      | 138,0428439                 | 85                          | 0,11                                   |
|     | 1047,827956                      | 136,8774462                 | 21                          | 0,15                                   |
|     | 986,8531226                      | 128,3895913                 | 36                          | 0,13                                   |
|     | <b>6311,382965</b>               | <b>763,9386194</b>          | <b>197</b>                  | <b>0,67</b>                            |

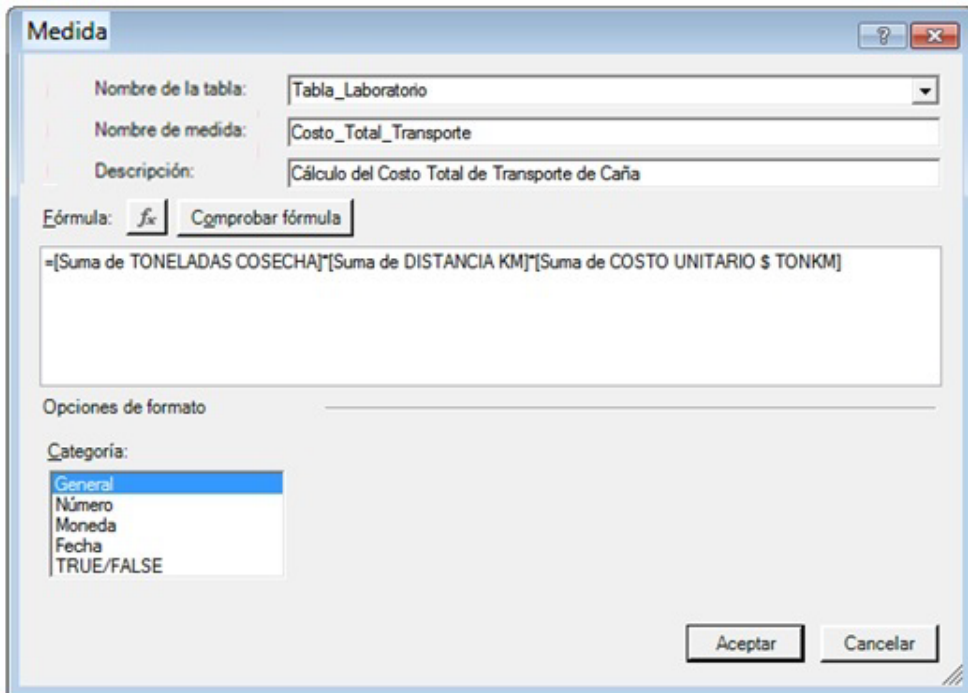


Ilustración 186: creando el campo calculado Costo\_Total\_Transporte

| DIA                  | Suma de TONELADAS COSECHA | Suma de TON POL%CAÑA | Suma de DISTANCIA | Suma de COSTO UNITARIO \$ TON/KM | Pol % Caña   | Costo_Total_Transporte |
|----------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|--------------|------------------------|
| A-001-300            | 1592,38784                | 194,7093054          | 45                | 0,12                             | 12,23        | 8598,894335            |
| A-001-302            | 1488,285573               | 165,9194327          | 10                | 0,16                             | 11,15        | 2381,256917            |
| A-001-304            | 1196,028474               | 138,0428439          | 85                | 0,11                             | 11,54        | 11182,86623            |
| A-001-311            | 1047,827956               | 136,8774462          | 21                | 0,15                             | 13,06        | 3300,658061            |
| B-001-315            | 986,8531226               | 128,3895913          | 36                | 0,13                             | 13,01        | 4618,472614            |
| <b>Total general</b> | <b>6311,382965</b>        | <b>761,9386194</b>   | <b>197</b>        | <b>0,67</b>                      | <b>12,10</b> | <b>833039,4375</b>     |

Ilustración 187: tabla dinámica con campo calculado Costo\_Total\_Transporte

- m) Mediante el uso de las diferentes herramientas de formato de celda y quitando el visto del campo TON POL%CAÑA de la sección de Campos de tabla dinámica para ocultar la columna Suma de TON POL%CAÑA, el cálculo del costo total del transporte de caña como tabla dinámica es mostrado en la ilustración 188:

| CÓDIGO    | DIA       | TONELADAS COSECHA | POL%CAÑA | TON POL%CAÑA |
|-----------|-----------|-------------------|----------|--------------|
| A-001-300 | LUNES     | 732,41            | 11,25    | 82,40        |
| A-001-302 | LUNES     | 622,55            | 12,05    | 75,02        |
| A-001-304 | LUNES     | 610,09            | 10,90    | 66,50        |
| A-001-300 | MARTES    | 859,98            | 13,06    | 112,31       |
| A-001-304 | MARTES    | 585,93            | 12,21    | 71,54        |
| A-001-302 | MIÉRCOLES | 865,74            | 10,50    | 90,90        |
| A-001-311 | MIÉRCOLES | 507,38            | 14,11    | 71,59        |
| B-001-315 | MIÉRCOLES | 986,85            | 13,01    | 128,39       |
| A-001-311 | JUEVES    | 540,45            | 12,08    | 65,29        |

| CÓDIGO    | DISTANCIA KM | COSTO UNITARIO \$ TON/KM |
|-----------|--------------|--------------------------|
| A-001-300 | 45           | 0,12                     |
| A-001-302 | 10           | 0,16                     |
| A-001-304 | 85           | 0,11                     |
| A-001-311 | 21           | 0,15                     |
| B-001-315 | 36           | 0,13                     |

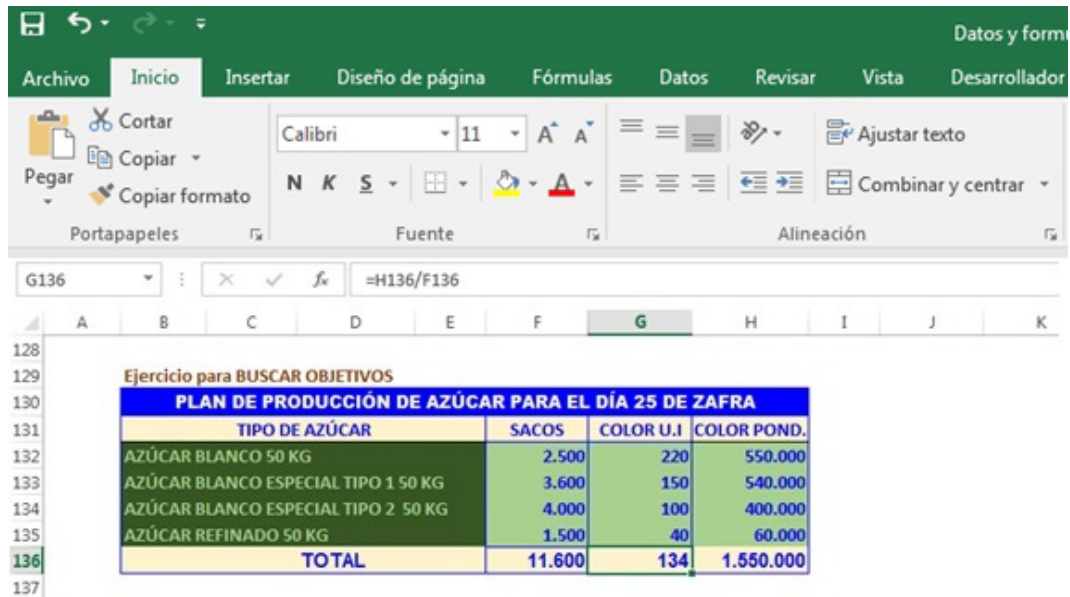
| CÓDIGO               | TONELADAS COSECHA | POL%CAÑA     | DISTANCIA KM | COSTO UNITARIO TON/KM | COSTO TOTAL TRANSPORTE |
|----------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| A-001-300            | 1.592,39          | 12,23        | 45           | 0,12                  | 8.598,89               |
| A-001-302            | 1.488,29          | 11,15        | 10           | 0,16                  | 2.381,26               |
| A-001-304            | 1.196,03          | 11,54        | 85           | 0,11                  | 11.182,87              |
| A-001-311            | 1.047,83          | 13,06        | 21           | 0,15                  | 3.300,66               |
| B-001-315            | 986,85            | 13,01        | 36           | 0,13                  | 4.618,47               |
| <b>Total general</b> | <b>6.311,38</b>   | <b>12,10</b> | <b>197</b>   | <b>0,67</b>           | <b>833.039,44</b>      |

Ilustración 188: tabla dinámica para costo total de transporte de caña concluida

## 2.9. LA HERRAMIENTA BUSCAR OBJETIVOS EN LOS CÁLCULOS AZUCAREROS

Esta herramienta permite realizar simulaciones en tabla de cálculos, de tal manera que una celda de ellas llegue a tener un valor objetivo de acuerdo al requerimiento del problema o usuario. Para el desarrollo del ejercicio, el cuadro de la ilustración 189 ha sido

diseñado en una hoja de Excel; en este, el total de Color es calculado con promedios ponderados, o sea multiplicando el valor de los sacos por el valor del color y su sumatoria dividido para el total de sacos, procedimiento explicado anteriormente.



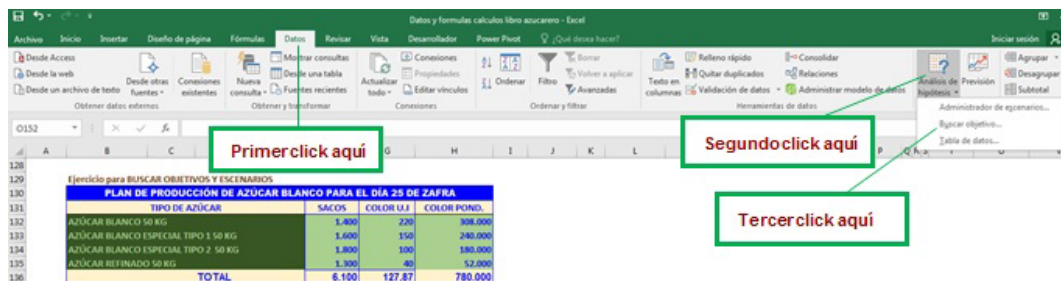
| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS         | COLOR U.I  | COLOR POND.      |
|-------------------------------------|---------------|------------|------------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 2.500         | 220        | 550.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 3.600         | 150        | 540.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 4.000         | 100        | 400.000          |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.500         | 40         | 60.000           |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>11.600</b> | <b>134</b> | <b>1.550.000</b> |

Ilustración 189: cuadro Excel para ejercicio Buscar objetivos

Con base en este plan de producción, el área de elaboración tiene el interés de producir azúcar con un promedio total de color de 120 U.I en vez de los 134 U.I como indica el cuadro y, para esto, el área de elaboración desea conocer cuántos sacos de azúcar blanco especial tipo 2 50 kg debe producir para obtener el promedio total del día de color de 120 U.I.

Para resolverlo mediante la herramienta Buscar objetivos de Excel, hacer lo siguiente:

- De la barra de menú seleccionar o hacer clic sucesivamente en Datos y Análisis de Hipótesis, ver ilustración 190; seguidamente, clic en la opción Buscar objetivos y emergerá la ventana de la ilustración 191.



| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS        | COLOR U.I     | COLOR POND.    |
|-------------------------------------|--------------|---------------|----------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 1.400        | 220           | 308.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 1.600        | 150           | 240.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 1.800        | 100           | 180.000        |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.300        | 40            | 52.000         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>6.100</b> | <b>127,87</b> | <b>780.000</b> |

Ilustración 190: habilitando herramienta Buscar Objetivos de Excel

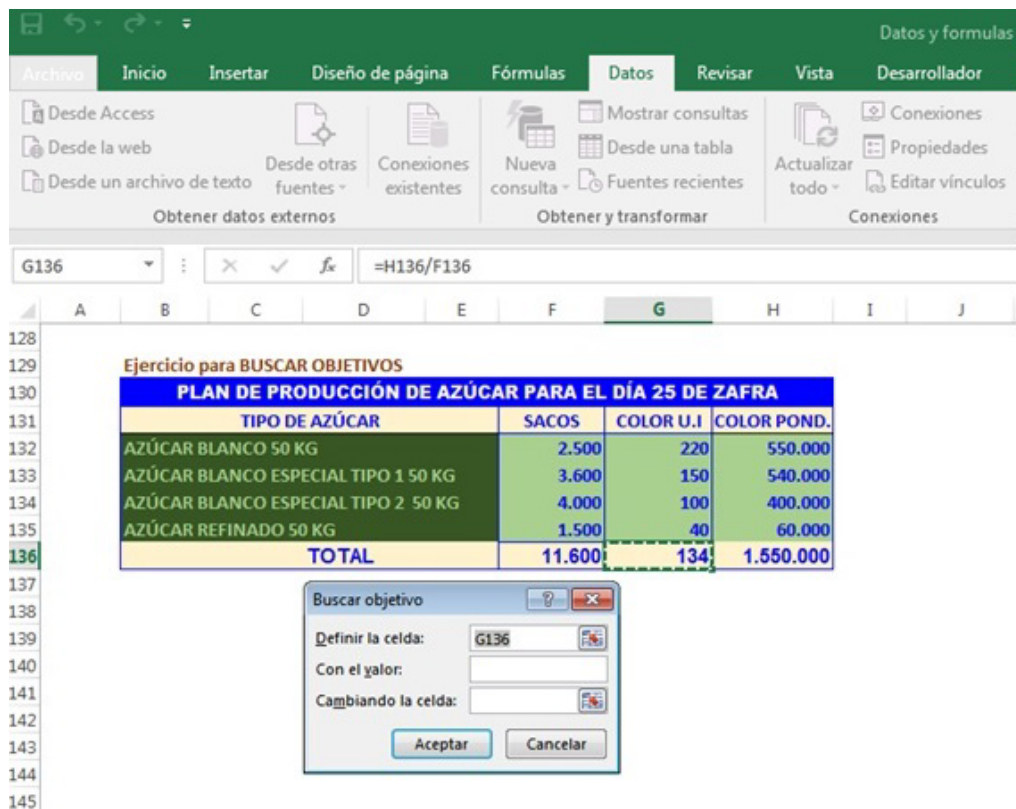


Ilustración 191: la ventana Buscar Objetivos

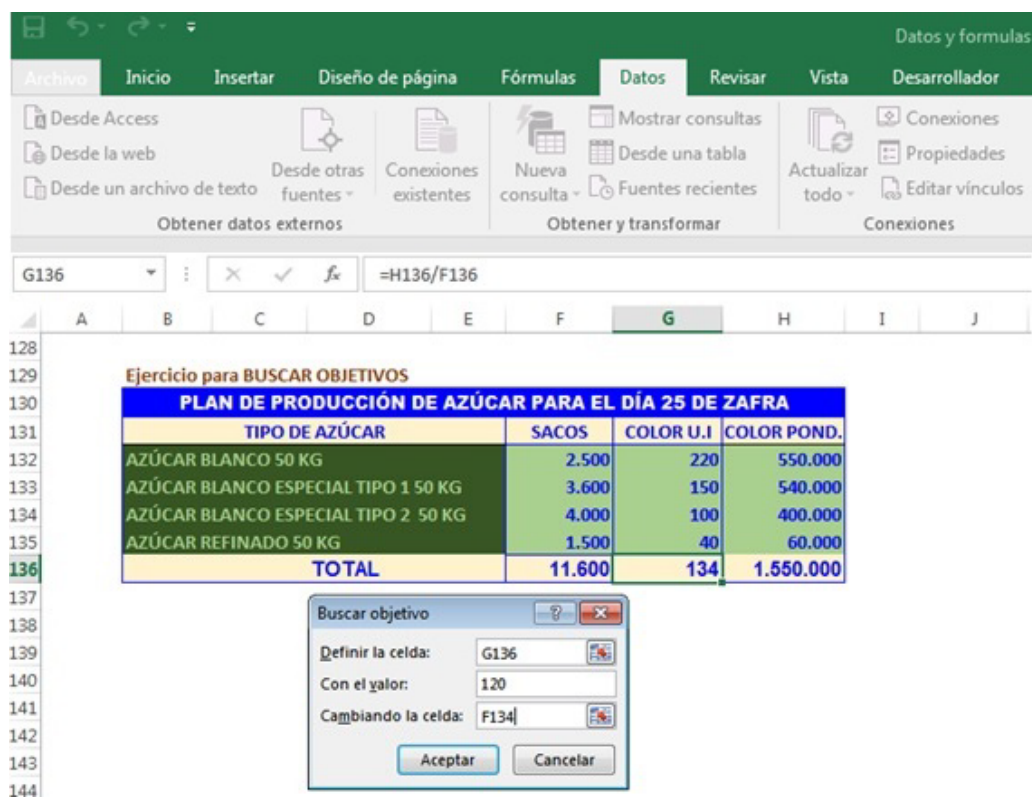


Ilustración 192: la ventana Buscar Objetivos con valores en sus parámetros

- b) Para el problema, en el cuadro de texto de Definir la celda, debe colocarse la referencia de celda que contendrá el valor objetivo; en este ejercicio, será la celda G136. En el cuadro de texto Con el valor, debe escribirse el valor que desea obtenerse como objetivo, en el ejercicio será el valor de 120. En el cuadro de texto Cambiando la celda, debe escribirse la referencia de celda cuyo valor va a cambiarse para obtener el objetivo, en el ejercicio será la celda F134. Una vez ingresada la información, la ventana Buscar objetivos se verá como la ilustración 192.
- c) Hacer clic en el botón Aceptar y Excel desplegará la ventana solución como indica la ilustración 193, que señala que debe producirse 11,900 sacos de azúcar blanco especial tipo 2 50 kg, para obtener un promedio total del color del día de 120 U.I. Oprimir la tecla Aceptar para retener estos nuevos valores; caso contrario, oprimir la tecla Cancelar.

The screenshot displays the Excel interface with the 'Datos' (Data) ribbon selected. The formula bar shows the formula  $=H136/F136$  in cell G136. The 'Buscar objetivos' (Goal Seek) dialog box is open, showing the following information:

- La búsqueda con la celda G136 ha encontrado una solución.
- Valor del objetivo: 120
- Valor actual: 120

The background table is as follows:

| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS         | COLOR U.I. | COLOR POND.      |
|-------------------------------------|---------------|------------|------------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 2.500         | 220        | 550.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 3.600         | 150        | 540.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 11.900        | 100        | 1.190.000        |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.500         | 40         | 60.000           |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>19.500</b> | <b>120</b> | <b>2.340.000</b> |

Ilustración 193: solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo

Otra forma de resolver el problema propuesto es mediante el método convencional; es decir, ir reemplazando valores reiterativamente en la celda F134 hasta conseguir el objetivo, pero este método no resulta tan eficiente como la aplicación de la herramienta para buscar objetivos.

Para el siguiente ejercicio de aplicación de buscar objetivos, utilizar el cuadro de la ilustración 115 y el cuadro de la ilustración 129, replicados en los dos siguientes gráficos.

Los dos cuadros contienen fórmulas en las celdas que corresponden a cálculos realizados en su diseño.

| FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %STRAS H | %STRAS PONDERA | HORAS QUEMA MOLINERIA | HORAS QUEMA PONDERA | VARIEDAD | ORIGEN     | BROTE  | TIPO CORTE |
|---------------|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----------|----------------|-----------------------|---------------------|----------|------------|--------|------------|
| 10-07-16      | A-001-300      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 1.732,04          | 3,40     | 24,92          | 30,01                 | 219,76              | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-302      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 1.167,68          | 2,73     | 17,00          | 24,08                 | 149,90              | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-304      | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1.030,56          | 1,89     | 11,53          | 16,67                 | 101,70              | Cenicaña | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-306      | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 2.112,98          | 4,96     | 42,62          | 21,86                 | 187,96              | Cenicaña | Calicultos | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | A-001-310      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 886,92            | 6,05     | 35,44          | 26,67                 | 156,28              | Cenicaña | Calicultos | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | A-001-311      | 8,83             | 865,74            | 13,38     | 115,81           | 231,71               | 2.006,00          | 4,70     | 40,72          | 20,74                 | 179,59              | Ragnar   | Calicultos | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-315      | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 45,70            | 146,37               | 742,66            | 7,64     | 38,78          | 33,71                 | 171,04              | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-301      | 9,68             | 986,85            | 13,92     | 137,40           | 243,65               | 2.404,49          | 6,30     | 62,17          | 27,78                 | 274,18              | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-302      | 10,20            | 540,45            | 8,73      | 47,21            | 146,61               | 792,38            | 4,96     | 26,78          | 21,86                 | 118,12              | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-303      | 6,63             | 325,00            | 8,19      | 26,61            | 133,06               | 432,46            | 3,95     | 12,83          | 17,41                 | 56,58               | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-306      | 7,08             | 622,84            | 12,01     | 74,82            | 208,07               | 1.295,92          | 3,02     | 18,83          | 26,67                 | 166,12              | Ragnar   | Calicultos | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | B-001-308      | 4,16             | 312,13            | 10,24     | 31,95            | 170,02               | 530,67            | 4,70     | 14,68          | 20,74                 | 64,75               | CC-N01   | Calicultos | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | B-001-330      | 4,31             | 473,91            | 15,02     | 71,16            | 257,40               | 1.219,84          | 8,40     | 39,81          | 37,04                 | 175,56              | CC-N01   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | C-002-300      | 4,47             | 322,14            | 9,83      | 31,66            | 159,71               | 514,47            | 6,72     | 21,65          | 29,64                 | 95,47               | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | C-002-302      | 4,66             | 293,77            | 8,60      | 25,26            | 147,42               | 433,08            | 8,90     | 26,16          | 39,27                 | 115,36              | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-301      | 4,88             | 400,13            | 11,19     | 44,79            | 181,89               | 727,78            | 7,22     | 28,91          | 31,86                 | 127,47              | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-302      | 5,13             | 282,14            | 9,01      | 25,41            | 162,46               | 458,36            | 6,22     | 17,54          | 27,41                 | 77,34               | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-303      | 8,33             | 591,67            | 9,69      | 57,34            | 167,87               | 993,23            | 5,54     | 32,80          | 24,45                 | 144,66              | EC_01    | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 10-07-16      | D-001-306      | 3,79             | 416,50            | 15,02     | 62,54            | 249,36               | 1.038,57          | 4,07     | 16,97          | 35,93                 | 149,66              | EC_01    | Calicultos | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | D-001-315      | 5,10             | 408,17            | 10,92     | 44,57            | 175,50               | 716,34            | 7,14     | 29,14          | 31,49                 | 128,52              | EC_01    | Calicultos | Soca   | Mecaniz.   |
| 11-07-16      | A-001-288      | 8,44             | 641,60            | 10,37     | 66,56            | 187,10               | 1.200,45          | 3,57     | 22,91          | 31,49                 | 202,02              | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 11-07-16      | A-001-302      | 8,73             | 628,77            | 9,83      | 61,80            | 164,97               | 1.037,28          | 2,56     | 16,11          | 22,60                 | 142,08              | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 11-07-16      | A-001-304      | 9,06             | 616,20            | 9,28      | 57,20            | 167,41               | 1.031,56          | 3,15     | 19,41          | 27,78                 | 171,20              | Cenicaña | Ingenio    | Soca   | Manual     |

Ilustración 194: réplica de parte de cuadro de ilustración 115

| BROTES       | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL%CAÑA     | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %STRAS      | %STRAS PONDERA | CANTIDAD BROTES | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE MECANIZ. |
|--------------|-------------------|------------------|--------------|------------------|----------------------|-------------------|-------------|----------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Planta       | 42,27             | 4.335,39         | 14,03        | 608,14           | 242,51               | 10.513,92         | 5,24        | 227,21         | 6,00            | 2,00              | 4,00                |
| Soca         | 62,79             | 4.769,43         | 10,45        | 498,54           | 173,96               | 8.296,67          | 4,95        | 236,14         | 10,00           | 3,00              | 7,00                |
| Rezaga.      | 31,18             | 1.654,97         | 8,76         | 144,93           | 146,58               | 2.425,85          | 5,80        | 95,94          | 4,00            | 0,00              | 4,00                |
| <b>TOTAL</b> | <b>136,25</b>     | <b>10.759,79</b> | <b>11,63</b> | <b>1.251,61</b>  | <b>197,37</b>        | <b>21.236,44</b>  | <b>5,20</b> | <b>559,28</b>  | <b>20,00</b>    | <b>5,00</b>       | <b>15,00</b>        |

Ilustración 195: réplica de cuadro de ilustración 129

Con base en estas dos estadísticas, la gerencia de fábrica necesita incrementar el rendimiento real de libras de azúcar del día a 200 libras y, con base en el análisis del cuadro de productividad de campos, observa que el mejor cantero en rendimiento de azúcar corresponde al cantero de código B-001-300; por lo tanto, desea coordinar con la gerencia de corte, alza y transporte para que programe su logística para las nuevas cantidades a proponer.

Entonces, utilizando la herramienta Buscar objetivo, puede resolverse este problema, en que debe cambiarse el valor de la celda D57, de tal manera que la celda Y62 llegue a contener el valor objetivo de 200; para lo cual, de la barra de menú, hacer clic consecutivamente en las opciones Datos, Análisis de hipótesis y Buscar objetivo. En la ventana de buscar objetivos, rellenar los parámetros con la siguiente información Y62, 200 y D57, respectivamente, de tal modo que la ventana vera como la ilustración 196:



| FECHA COSECHA      | CÓDIGO CANTER | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS | REND_REAL PONDERA | %TRAS H  | VARIEDA D |
|--------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|---------------|-------------------|----------|-----------|
| 10-07-16 A-001-300 | 7,47          | 732,41           | 13,38             | 97,97     | 236,49           | 1.732,04      | 3,40              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 A-001-302 | 7,69          | 622,55           | 11,06             | 68,83     | 187,57           | 1.167,68      | 2,73              | Barbados |           |
| 10-07-16 A-001-304 | 7,92          | 610,09           | 10,51             | 64,12     | 168,92           | 1.030,56      | 1,89              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-306 | 8,19          | 859,98           | 14,33             | 123,26    | 245,70           | 2.112,98      | 4,96              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-310 | 8,49          | 585,93           | 9,42              | 55,19     | 151,37           | 886,92        | 6,05              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-311 | 8,83          | 865,74           | 13,38             | 115,81    | 231,71           | 2.006,00      | 4,70              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 A-001-315 | 9,23          | 507,38           | 9,01              | 45,70     | 146,37           | 742,66        | 7,64              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-301 | 9,68          | 986,85           | 13,92             | 137,40    | 243,65           | 2.404,49      | 6,30              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-302 | 10,20         | 540,45           | 8,73              | 47,21     | 146,61           | 792,38        | 4,96              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-303 | 6,63          | 325,00           | 8,19              | 26,61     | 133,06           | 432,46        | 3,95              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-306 | 7,08          | 622,84           | 12,01             | 74,82     | 208,07           | 1.295,92      | 3,02              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-308 | 4,16          | 312,13           | 10,24             | 31,95     | 170,02           | 530,67        | 4,70              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 B-001-330 | 4,31          | 473,91           | 15,02             | 71,16     | 257,40           | 1.219,84      | 8,40              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 C-002-300 | 4,47          | 322,14           | 9,83              | 31,66     | 159,71           | 514,47        | 6,72              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 C-002-302 | 4,66          | 293,77           | 8,60              | 25,26     | 147,42           | 433,08        | 8,90              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-301 | 4,88          | 400,13           | 11,19             | 44,79     | 181,89           | 727,78        | 7,22              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-302 | 5,13          | 282,14           | 9,01              | 25,41     | 162,46           | 458,36        | 6,22              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-303 | 8,33          | 591,67           | 9,69              | 57,34     | 167,87           | 993,23        | 5,54              | EC_01    |           |

| Ingreso Fecha | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL %CAÑA    | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC |
|---------------|-------------------|------------------|--------------|------------------|----------------------|
| Planta        | 42,27             | 4.335,39         | 14,03        | 608,14           | 242,51               |
| Soca          | 62,79             | 4.769,43         | 10,45        | 498,54           | 173,96               |
| Rezaga        | 31,18             | 1.654,97         | 8,76         | 144,93           | 146,58               |
| <b>TOTAL</b>  | <b>136,25</b>     | <b>10.759,79</b> | <b>11,63</b> | <b>1.251,61</b>  | <b>197,37</b>        |

Ilustración 196: buscando solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo

Al hacer clic en el botón Aceptar, la herramienta Buscar objetivo recomienda incrementar la cosecha desde 473,91 toneladas a 967,13 toneladas para obtener un rendimiento real de azúcar por tonelada de caña de 200 libras, como indica la ilustración 197. Oprimir la tecla Aceptar para acoger nuevos valores; caso contrario, oprimir la tecla Cancelar.

| FECHA COSECHA      | CÓDIGO CANTER | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS | REND_REAL PONDERA | %TRAS H  | VARIEDA D |
|--------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|---------------|-------------------|----------|-----------|
| 10-07-16 A-001-300 | 7,47          | 732,41           | 13,38             | 97,97     | 236,49           | 1.732,04      | 3,40              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 A-001-302 | 7,69          | 622,55           | 11,06             | 68,83     | 187,57           | 1.167,68      | 2,73              | Barbados |           |
| 10-07-16 A-001-304 | 7,92          | 610,09           | 10,51             | 64,12     | 168,92           | 1.030,56      | 1,89              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-306 | 8,19          | 859,98           | 14,33             | 123,26    | 245,70           | 2.112,98      | 4,96              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-310 | 8,49          | 585,93           | 9,42              | 55,19     | 151,37           | 886,92        | 6,05              | Cenicaña |           |
| 10-07-16 A-001-311 | 8,83          | 865,74           | 13,38             | 115,81    | 231,71           | 2.006,00      | 4,70              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 A-001-315 | 9,23          | 507,38           | 9,01              | 45,70     | 146,37           | 742,66        | 7,64              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-301 | 9,68          | 986,85           | 13,92             | 137,40    | 243,65           | 2.404,49      | 6,30              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-302 | 10,20         | 540,45           | 8,73              | 47,21     | 146,61           | 792,38        | 4,96              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-303 | 6,63          | 325,00           | 8,19              | 26,61     | 133,06           | 432,46        | 3,95              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-306 | 7,08          | 622,84           | 12,01             | 74,82     | 208,07           | 1.295,92      | 3,02              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 B-001-308 | 4,16          | 312,13           | 10,24             | 31,95     | 170,02           | 530,67        | 4,70              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 B-001-330 | 4,31          | 473,91           | 15,02             | 71,16     | 257,40           | 1.219,84      | 8,40              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 C-002-300 | 4,47          | 322,14           | 9,83              | 31,66     | 159,71           | 514,47        | 6,72              | CC-N01   |           |
| 10-07-16 C-002-302 | 4,66          | 293,77           | 8,60              | 25,26     | 147,42           | 433,08        | 8,90              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-301 | 4,88          | 400,13           | 11,19             | 44,79     | 181,89           | 727,78        | 7,22              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-302 | 5,13          | 282,14           | 9,01              | 25,41     | 162,46           | 458,36        | 6,22              | Ragnar   |           |
| 10-07-16 D-001-303 | 8,33          | 591,67           | 9,69              | 57,34     | 167,87           | 993,23        | 5,54              | EC_01    |           |

| Ingreso Fecha | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL %CAÑA    | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC |
|---------------|-------------------|------------------|--------------|------------------|----------------------|
| Planta        | 42,27             | 4.828,61         | 14,13        | 682,19           | 244,03 11,7          |
| Soca          | 62,79             | 4.769,43         | 10,45        | 498,54           | 173,96 8,2           |
| Rezaga        | 31,18             | 1.654,97         | 8,76         | 144,93           | 146,58 2,4           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>136,25</b>     | <b>11.253,01</b> | <b>11,78</b> | <b>1.325,66</b>  | <b>200,00 22,9</b>   |

Ilustración 197: solución a producción de azúcar con herramienta Buscar objetivo

## 2.10. ADMINISTRACIÓN DE ESCENARIOS EN LOS CÁLCULOS AZUCAREROS

El usuario habrá notado que la herramienta Buscar objetivo tiene sus limitantes, una de ellas es que permite solamente realizar una sola simulación o evento por vez; esta limitación, en gran medida, es cubierta con la administración de escenarios. La administración de escenarios fundamentalmente permite obtener, en una sola corrida, un conjunto de soluciones en tanto sea el conjunto de datos de entrada. Utilizando el cuadro del primer ejemplo de aplicación para buscar objetivos, indicado en la ilustración de abajo, va a ejemplarizarse la administración de escenarios.

| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS         | COLOR U.I  | COLOR POND.      |
|-------------------------------------|---------------|------------|------------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 2.500         | 220        | 550.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 3.600         | 150        | 540.000          |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 4.000         | 100        | 400.000          |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.500         | 40         | 60.000           |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>11.600</b> | <b>134</b> | <b>1.550.000</b> |

Ilustración 198: réplica de la ilustración utilizada para buscar objetivos

Ilustración 199: activando la administración de escenarios

Ahora, el objetivo es conocer cuál será el color total si la producción de azúcar es 3000, 4500, 5000 y 2000 sacos de azúcar blanco 50 kg, azúcar blanco especial tipo 1 50 kg, azúcar blanco especial tipo 2 50 kg y azúcar refinado 50 kg, respectivamente; asimismo, es necesario conocer cuál será el color total si la producción para cada tipo respectivamente es 1400, 1600, 1800 y 1300; de igual manera cuál será el color total para las producciones, respectivamente, de 700, 4000, 1000 y 3000 sacos 50 kg de azúcar. Como podrá observar el usuario, prácticamente consiste en tres escenarios que desplegarán tres soluciones. Para buscar solución a este problema mediante la administración de escenarios, proceder con los siguientes pasos:

- a) De la barra de menú, seleccionar o hacer clic sucesivamente en Datos y Análisis de Hipótesis, ver la ilustración 199 y, seguidamente, clic en la opción Administración de escenarios: emergerá dicha ventana como indica la ilustración 200:

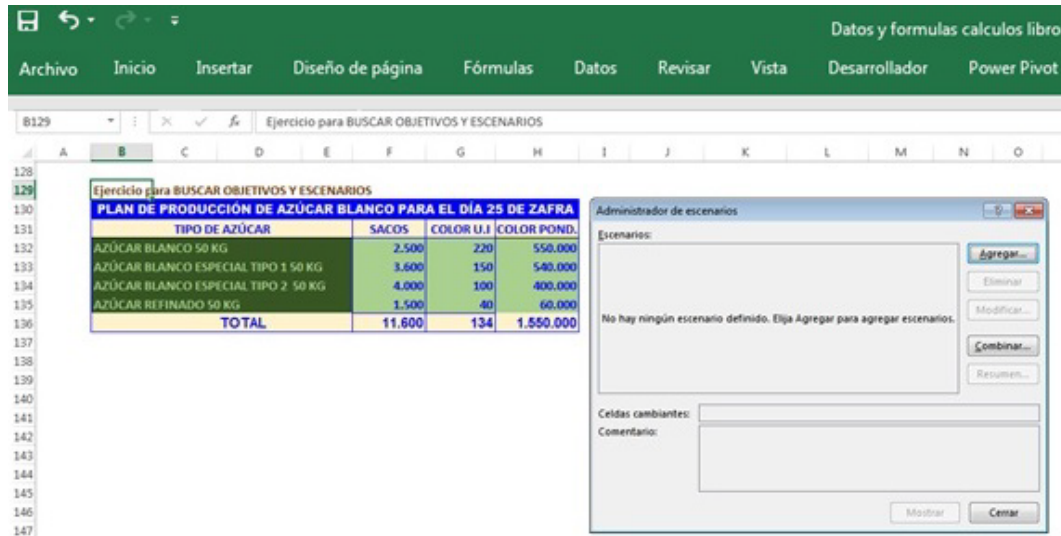


Ilustración 200: la ventana de Administrador de escenarios

- b) Para proceder a crear el primer escenario, hacer clic en el botón Agregar y emergerá la ventana Agregar escenario representada en la ilustración 201:

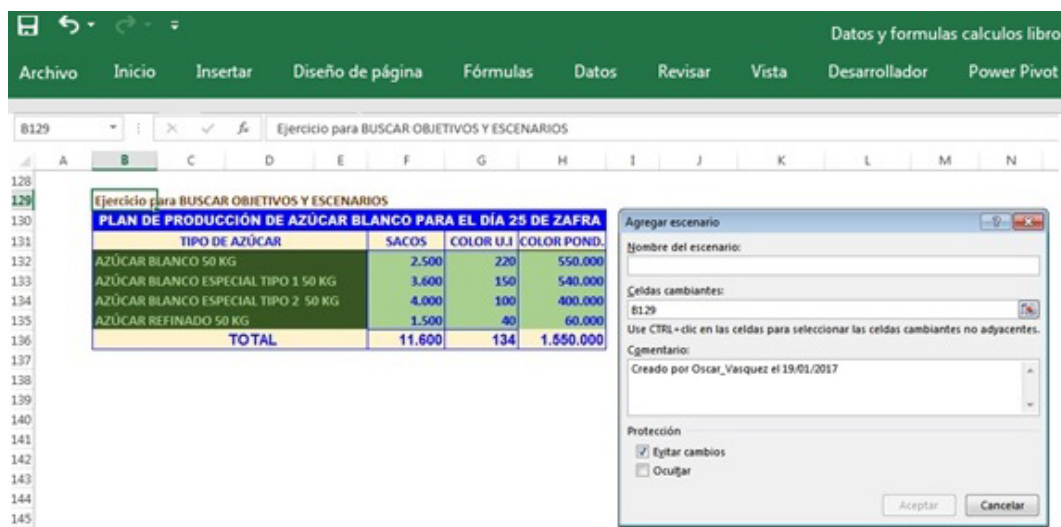


Ilustración 201: la ventana Agregar escenario

En el cuadro texto Nombre del escenario, escribir el que corresponde al escenario, en el ejemplo será Lote Uno; en el cuadro texto Celdas cambiantes, escribir las referencias de celdas que serán sujetas a cambio de datos, en el ejemplo escribir F32; F33; F34; F35, en este momento estará activa la tecla Aceptar, ver la ilustración 201, luego pulsar con el mouse sobre ella y presentará la ventana de la ilustración 202, como puede observarse en los cuadros textos de las celdas F32 a F35 que están escritos los valores actuales de dichas celdas; entonces, proceder a cambiarlos con los valores 3000, 4500, 5000 y 2000 que corresponden al primer escenario a determinarse. El cambio es mostrado en la ilustración 203:

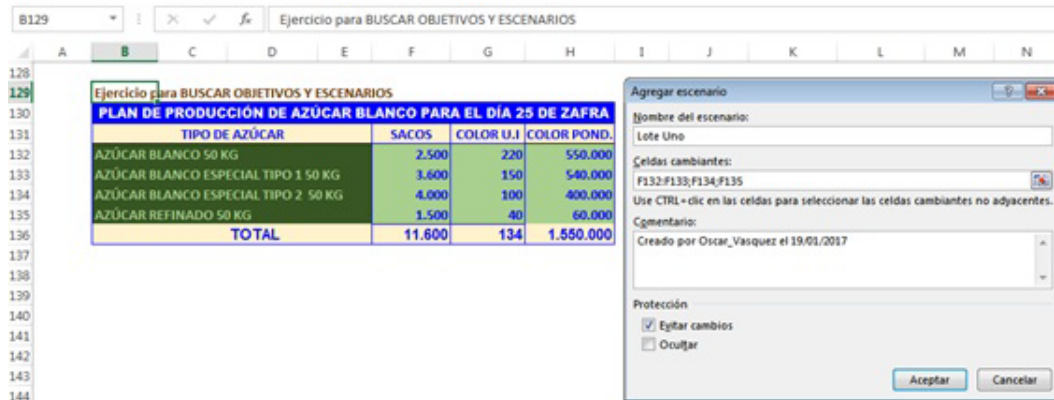


Ilustración 202: escribiendo Nombre del escenario y celdas cambiantes

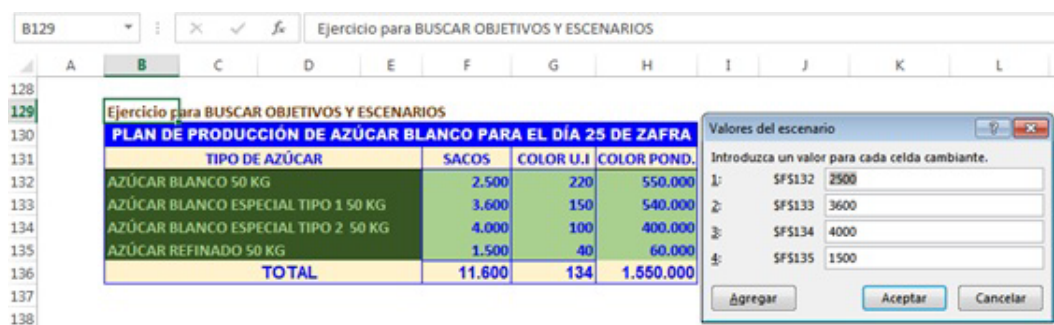


Ilustración 203: cambiando valores del escenario

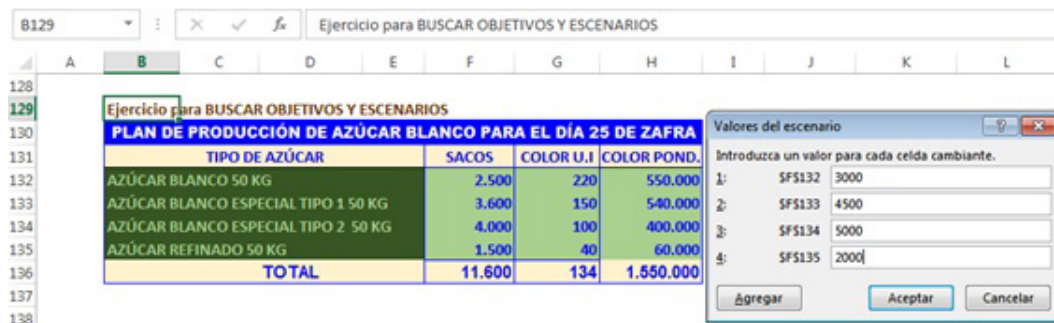


Ilustración 204: cambiando valores para el primer escenario

- c) Para adicionar los demás escenarios, hacer clic en el botón Agregar y en la nueva ventana de Agregar escenarios, en cuadro de texto Nombre del escenario escribir Lote Dos, en el cuadro de texto Celdas cambiantes escribir F132;F133;F134;F135, hacer clic en el botón Aceptar y en la nueva ventana de Valores del escenario digitar 1400, 1600, 1800 y 1300, ver las ilustraciones 205 y 206. Para el tercer escenario, hacer clic en el botón Agregar y utilizar el nombre del escenario como Lote Tres, los valores del escenario serán 700, 4000, 1000 y 3000. Adicionalmente, ha sido creado un nuevo escenario con el nombre de Lote Inicial y utilizar los valores iniciales, es decir 2500,3600, 4000 y 1500.

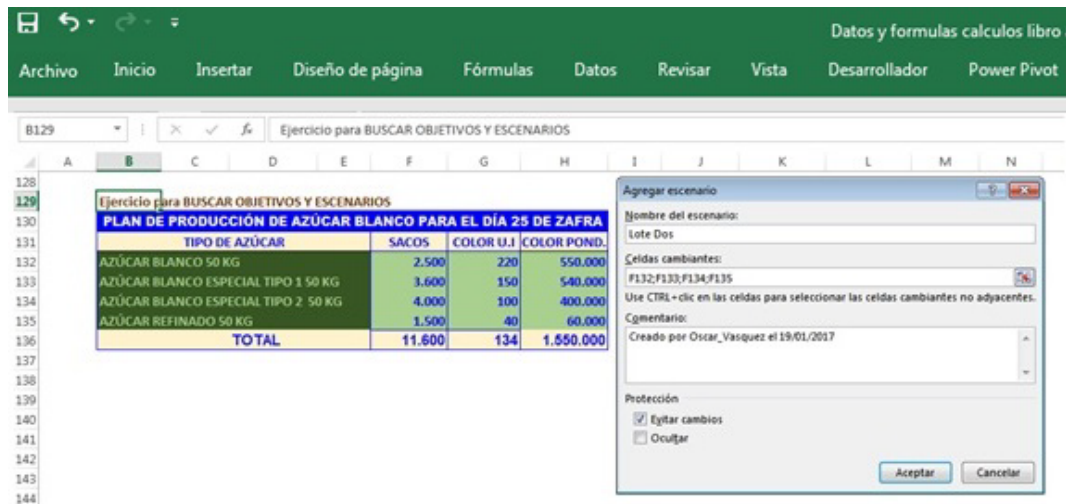


Ilustración 205: nombrando el segundo escenario y referenciando celdas cambiantes



Ilustración 206: cambiando valores para el primer escenario

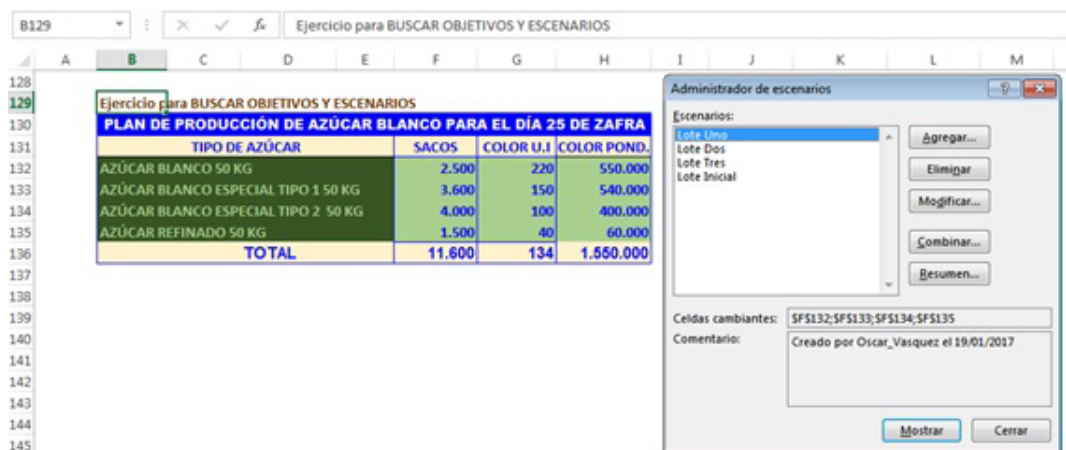


Ilustración 207: administrador de escenarios con escenarios creados

Luego de ingresar los valores del tercer escenario, hacer clic en el botón Aceptar e inmediatamente surgirá la ventana Administrador de escenarios con los escenarios Lote Uno, Lote Dos, Lote Tres y Lote Inicial que fueron creados, como indica la ilustración 207.

En esta instancia del ejercicio, ya es posible realizar simulaciones con cualquiera de los cuatro escenarios creados; así, por ejemplo, si es necesario determinar el total de color cuando la producción corresponda al lote dos, hacer clic en la etiqueta Lote Dos y, a continuación, hacer clic en el botón Mostrar; de inmediato cambiarán varios valores del cuadro, entre ellos los totales que pasaran a ser 6.100 sacos, 127,87 U.I de color y 780.000 de color ponderado como puede observarse en la ilustración 208:

| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS        | COLOR U.I     | COLOR POND.    |
|-------------------------------------|--------------|---------------|----------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 1.400        | 220           | 308.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 1.600        | 150           | 240.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 1.800        | 100           | 180.000        |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.300        | 40            | 52.000         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>6.100</b> | <b>127,87</b> | <b>780.000</b> |

Ilustración 208: resultados para corrida de escenario de Lote Dos

Los botones Agregar, Eliminar, Modificar y Combinar mostrados en el Administrador de escenarios sirven, como su nombre lo indica, para las respectivas acciones sobre los escenarios; por ejemplo, para eliminar un escenario, hacer clic en el botón Eliminar.

El botón Resumen, al hacer clic sobre él, muestra la ventana Resumen del Escenario, ver la ilustración 209, en esta ventana hacer clic en los botones Resumen y Aceptar. Luego, Excel crea una nueva hoja de cálculo con el nombre Resumen del Escenario, exhibiendo los resultados de todos los escenarios creados; en el ejercicio mostrara el resultado de los cuatro escenarios, tal como indica la ilustración 210:

Ilustración 209: ventana Resumen del escenario

**Ejercicio para BUSCAR OBJETIVOS Y ESCENARIOS**

| TIPO DE AZÚCAR                      | SACOS        | COLOR U.I     | COLOR POND.    |
|-------------------------------------|--------------|---------------|----------------|
| AZÚCAR BLANCO 50 KG                 | 1.400        | 220           | 308.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 1 50 KG | 1.600        | 150           | 240.000        |
| AZÚCAR BLANCO ESPECIAL TIPO 2 50 KG | 1.800        | 100           | 180.000        |
| AZÚCAR REFINADO 50 KG               | 1.300        | 40            | 52.000         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>6.100</b> | <b>127,87</b> | <b>780.000</b> |

**Resumen del escenario**

Tipo de informe:  
 Resumen  
 Informe de tabla dinámica de escenario

Celdas de resultado:  
 G136

Aceptar Cancelar

Ilustración 210: resumen de resultados de los cuatro escenarios creados

El siguiente ejercicio será desarrollado con base en la réplica de los cuadros de la ilustración 115 y réplica del cuadro de la ilustración 129. Así pues, el gerente de elaboración requiere conocer qué sucederá con el total rendimiento real de azúcar, que al momento corresponde a 197,37 libras, para el caso de que ingrese aproximadamente el doble de toneladas para caña que presente los tres los valores más bajos en rendimiento de azúcar que, según la ilustración 44, corresponde a los valores de 133,06; 146,37 y 146,61 libras por tonelada de caña.

De igual manera, desea conocer qué sucederá con los rendimientos de azúcar en un escenario optimista en que ingrese aproximadamente el doble de toneladas de caña que presenten los tres valores más altos de rendimiento de azúcar, por lo que la ilustración 44 desprende los valores de 245,70; 249,36 y 257,40 libras por tonelada de caña.

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. SA |                    |                  |                   |           |                  |                      |                   |          |                |                      |                      |          |            |        |            |  |
|--|--------------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----------|----------------|----------------------|----------------------|----------|------------|--------|------------|--|
| FECHA COSECHA                                  | CÓDIGO CANTERO     | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %STRAS H | %TRASH PONDERA | HORAS QUEIMA MOLENDA | HORAS QUEIMA PONDERA | VARIEDAD | ORIGEN     | BROTE  | TIPO CORTE |  |
| 45   | 10-07-16 A-001-300 | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49               | 1.732,04          | 3,40     | 24,92          | 30,01                | 219,76               | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |  |
| 46   | 10-07-16 A-001-302 | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57               | 1.167,68          | 2,73     | 17,00          | 24,08                | 149,90               | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |  |
| 47   | 10-07-16 A-001-304 | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92               | 1.030,56          | 1,89     | 11,53          | 16,67                | 101,70               | Cenicaña | Ingenio    | Soca   | Manual     |  |
| 48   | 10-07-16 A-001-306 | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70               | 2.112,98          | 4,96     | 42,62          | 21,86                | 187,96               | Cenicaña | Cañicultor | Planta | Mecaniz.   |  |
| 49   | 10-07-16 A-001-310 | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37               | 886,92            | 6,05     | 35,44          | 26,67                | 156,28               | Cenicaña | Cañicultor | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 50   | 10-07-16 A-001-311 | 8,81             | 865,74            | 13,38     | 115,81           | 231,71               | 2.006,00          | 4,70     | 40,72          | 20,74                | 179,59               | Ragnar   | Cañicultor | Planta | Mecaniz.   |  |
| 51   | 10-07-16 A-001-315 | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 45,70            | 146,37               | 742,66            | 7,64     | 38,78          | 33,71                | 171,04               | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |  |
| 52   | 10-07-16 B-001-301 | 9,68             | 986,85            | 13,92     | 137,40           | 243,65               | 2.404,49          | 6,30     | 62,17          | 27,78                | 274,18               | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |  |
| 53   | 10-07-16 B-001-302 | 10,20            | 540,45            | 8,73      | 47,21            | 146,61               | 792,38            | 4,96     | 26,78          | 21,86                | 118,12               | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |  |
| 54   | 10-07-16 B-001-303 | 6,63             | 325,00            | 8,19      | 26,61            | 133,06               | 432,46            | 3,95     | 12,83          | 17,41                | 56,58                | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |  |
| 55   | 10-07-16 B-001-306 | 7,08             | 622,84            | 12,01     | 74,82            | 208,07               | 1.295,92          | 3,02     | 18,83          | 26,67                | 166,12               | Ragnar   | Cañicultor | Soca   | Manual     |  |
| 56   | 10-07-16 B-001-308 | 4,16             | 312,13            | 10,24     | 31,95            | 170,02               | 530,67            | 4,70     | 14,68          | 20,74                | 64,75                | CC-N01   | Cañicultor | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 57   | 10-07-16 B-001-330 | 4,31             | 473,91            | 15,02     | 71,16            | 257,40               | 1.219,84          | 8,40     | 39,81          | 37,04                | 175,56               | CC-N01   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |  |
| 58   | 10-07-16 C-002-300 | 4,47             | 322,14            | 9,83      | 31,66            | 159,71               | 514,47            | 6,72     | 21,65          | 29,64                | 95,47                | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 59   | 10-07-16 C-002-302 | 4,66             | 293,77            | 8,60      | 25,26            | 147,42               | 433,08            | 8,90     | 26,16          | 39,27                | 115,36               | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 60   | 10-07-16 D-001-301 | 4,88             | 400,13            | 11,19     | 44,79            | 181,89               | 727,78            | 7,22     | 28,91          | 31,86                | 127,47               | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 61   | 10-07-16 D-001-302 | 5,13             | 282,14            | 9,01      | 25,41            | 162,46               | 458,36            | 6,22     | 17,54          | 27,41                | 77,34                | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |  |
| 62   | 10-07-16 D-001-303 | 8,33             | 591,67            | 9,69      | 57,34            | 167,87               | 993,23            | 5,54     | 32,80          | 24,45                | 144,66               | EC_01    | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 63   | 10-07-16 D-001-306 | 3,79             | 416,50            | 15,02     | 62,54            | 249,36               | 1.038,57          | 4,07     | 16,97          | 35,93                | 149,66               | EC_01    | Cañicultor | Planta | Manual     |  |
| 64   | 10-07-16 D-001-315 | 5,10             | 408,17            | 10,92     | 44,57            | 175,50               | 716,34            | 7,14     | 29,14          | 31,49                | 128,52               | EC_01    | Cañicultor | Soca   | Mecaniz.   |  |
| 65   | 11-07-16 A-001-288 | 8,44             | 641,60            | 10,37     | 66,56            | 187,10               | 1.200,45          | 3,57     | 22,91          | 31,49                | 202,02               | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Manual     |  |
| 66   | 11-07-16 A-001-302 | 8,71             | 628,77            | 9,83      | 61,80            | 164,97               | 1.037,28          | 2,56     | 16,11          | 22,60                | 142,08               | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |  |
| 67   | 11-07-16 A-001-304 | 9,06             | 616,20            | 9,28      | 57,20            | 167,41               | 1.031,56          | 3,15     | 19,41          | 27,78                | 171,20               | Cenicaña | Ingenio    | Soca   | Manual     |  |

Ilustración 211: réplica de parte de cuadro de ilustración 115

| RESUMEN DE CAÑA INGRESADA INGENIO SUGAR CORP. S.A PARA CIERTA FECHA |                   |                  |              |                 |                      |                   |             |               |                 |                   |                     |  |
|---|-------------------|------------------|--------------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------------|--|
| Ingrese Fecha   | 10/07/2016        |                  |              |                 |                      |                   |             |               |                 |                   |                     |  |
| BROTOS  | HECTAREAS COSECHA | TONELADAS        | POL %CAÑA    | PONDERA         | REND_REAL LBS AZU/TC | REND_REAL PONDERA | %TRASH      | PONDERA       | CANTIDAD BROTOS | TIPO CORTE MANUAL | TIPO CORTE MECANIZ. |  |
| Planta  | 42,27             | 4.335,39         | 14,03        | 608,14          | 242,51               | 10.513,92         | 5,24        | 227,21        | 6,00            | 2,00              | 4,00                |  |
| Soca  | 62,79             | 4.769,43         | 10,45        | 498,54          | 173,96               | 8.296,67          | 4,95        | 236,14        | 10,00           | 3,00              | 7,00                |  |
| Rezaga.   | 31,18             | 1.654,97         | 8,76         | 144,93          | 146,58               | 2.425,85          | 5,80        | 95,94         | 4,00            | 0,00              | 4,00                |  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>136,25</b>     | <b>10.759,79</b> | <b>11,63</b> | <b>1.251,61</b> | <b>197,37</b>        | <b>21.236,44</b>  | <b>5,20</b> | <b>559,28</b> | <b>20,00</b>    | <b>5,00</b>       | <b>15,00</b>        |  |

Ilustración 212: réplica de cuadro de ilustración 116

Antes de proceder con la solución para el ejercicio, para facilidad en el nombre de las celdas, cámbiense las mismas; así, por ejemplo, para cambiar el nombre de la celda D54, haga clic en el cuadro de nombres de las celdas y escriba para el ejercicio `Peso_Mini1` (ver la ilustración 213), similarmente proceder con las celdas D53, D51, D48, D63 y D57.

|    | A             | B              | C                | D                 | E         | F                | G              | H                 |
|----|---------------|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------|-------------------|
| 44 | FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REA L LBS | REND_REAL PONDERA |
| 45 | 10-07-16      | A-001-300      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49         | 1.732,04          |
| 46 | 10-07-16      | A-001-302      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57         | 1.167,68          |
| 47 | 10-07-16      | A-001-304      | 7,92             | 610,09            | 10,51     | 64,12            | 168,92         | 1.030,56          |
| 48 | 10-07-16      | A-001-306      | 8,19             | 859,98            | 14,33     | 123,26           | 245,70         | 2.112,98          |
| 49 | 10-07-16      | A-001-310      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 55,19            | 151,37         | 886,92            |
| 50 | 10-07-16      | A-001-311      | 8,83             | 865,74            | 13,38     | 115,81           | 231,71         | 2.006,00          |
| 51 | 10-07-16      | A-001-315      | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 45,70            | 146,37         | 742,66            |
| 52 | 10-07-16      | B-001-301      | 9,68             | 986,85            | 13,92     | 137,40           | 243,65         | 2.404,49          |
| 53 | 10-07-16      | B-001-302      | 10,20            | 540,45            | 8,73      | 47,21            | 146,61         | 792,38            |
| 54 | 10-07-16      | B-001-303      | 6,63             | 325,00            | 8,19      | 26,61            | 133,06         | 432,46            |
| 55 | 10-07-16      | B-001-306      | 7,08             | 622,84            | 12,01     | 74,82            | 208,07         | 1.295,92          |

Ilustración 213: cambiando nombre de celda G54 a `Peso_Min1`



The image shows an Excel spreadsheet with a table of sugar field productivity data. A dialog box titled 'Administrador de escenarios' is open, allowing the user to manage scenarios. The table data is as follows:

| FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS AZU/TC |
|---------------|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|----------------------|
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 236,49               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 187,57               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 168,92               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 245,70               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 151,37               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 231,71               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 146,37               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 243,65               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 146,61               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 133,06               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 208,07               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 170,02               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 257,40               |
| 10-07-16      |                |                  |                   |           |                  | 159,71               |
| 10-07-16      | C-002-302      | 4,66             | 293,77            | 8,60      | 25,26            | 147,42               |

Ilustración 214: agregando escenarios

Para crear dos escenarios, proceder de forma similar que para el primer ejercicio de administración de escenarios; es decir, desde la barra de menú hacer clic en las opciones Datos, Análisis de hipótesis y Administrador de escenarios, y se desplegará la ventana administrador de escenarios que incluye los escenarios anteriormente creados (obsérvese la ilustración 214), haga clic en el botón Agregar y, en la ventana Agregar escenarios, como Nombre del escenario, escribir Produccion\_Minima y, en Celdas cambiantes, escribir D54;D51;D53 como indica la ilustración 214. Oprimir la tecla Aceptar y, en la ventana Valores de escenario de la ilustración 215, cambiar los valores a 650, 1020 y 1100 que representan aproximadamente al doble de toneladas cosechadas para cañas con rendimientos de azúcar más bajo; luego, oprimir la tecla Agregar. Nótese que las etiquetas de los valores ya no hacen referencia a celdas sino a los nombres de las celdas con las que fueron nombradas arriba.

| FECHA COSECHA | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELADAS COSECHA | POL% CAÑA | POL%CAÑA PONDERA | REND_REAL LBS | REND_REAL PONDERA | %TRASH | BROTE  | TIPO CORTE |
|---------------|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|---------------|-------------------|--------|--------|------------|
| 10-07-16      | A-001-300      | 7,47             | 732,41            | 13,38     | 97,97            | 236,49        | 1.732,04          | 3,40   | Planta | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-302      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 68,83            | 187,57        | 1.167,68          | 2,73   | Soca   | Manual     |
| 10-07-16      | A-001-304      | 7,92             | 610,09            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | A-001-306      | 8,19             | 859,98            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | A-001-310      | 8,49             | 585,93            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | A-001-311      | 8,83             | 865,74            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | A-001-315      | 9,23             | 507,38            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-301      | 9,68             | 986,85            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-302      | 10,20            | 540,45            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-303      | 6,63             | 325,00            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-306      | 7,08             | 622,84            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-308      | 4,16             | 312,13            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | B-001-330      | 4,31             | 473,91            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | C-002-300      | 4,47             | 322,14            |           |                  |               |                   |        |        |            |
| 10-07-16      | C-002-302      | 4,66             | 293,77            |           |                  |               |                   |        |        |            |

Ilustración 215: nombrando escenario Produccion\_Minima

| I    | O      | P        | Q | R | S | T       | U         |
|------|--------|----------|---|---|---|---------|-----------|
| 1,89 | Soca   | Manual   |   |   |   | Rezaga. | 76,51     |
| 4,96 | Planta | Mecaniz. |   |   |   |         |           |
| 6,05 | Soca   | Mecaniz  |   |   |   | TOTAL   | 395,89    |
| 4,7  |        |          |   |   |   |         |           |
| 7,6  |        |          |   |   |   |         |           |
| 6,3  |        |          |   |   |   |         |           |
| 4,9  |        |          |   |   |   |         |           |
| 3,9  |        |          |   |   |   |         |           |
| 3,0  |        |          |   |   |   |         |           |
| 4,70 | Soca   | Mecaniz. |   |   |   |         | HECTAREAS |

Ilustración 216: pesos para rendimientos más bajos de azúcar

El nombre del siguiente escenario será Produccion\_Maxima y las celdas cambiantes serán D48, D63 y D57, los valores del escenario serán 1720, 830 y 950 y oprimir la tecla Aceptar para terminar. Concluida la creación de los dos escenarios, la ventana de Administrador de escenario vera como la ilustración 217:

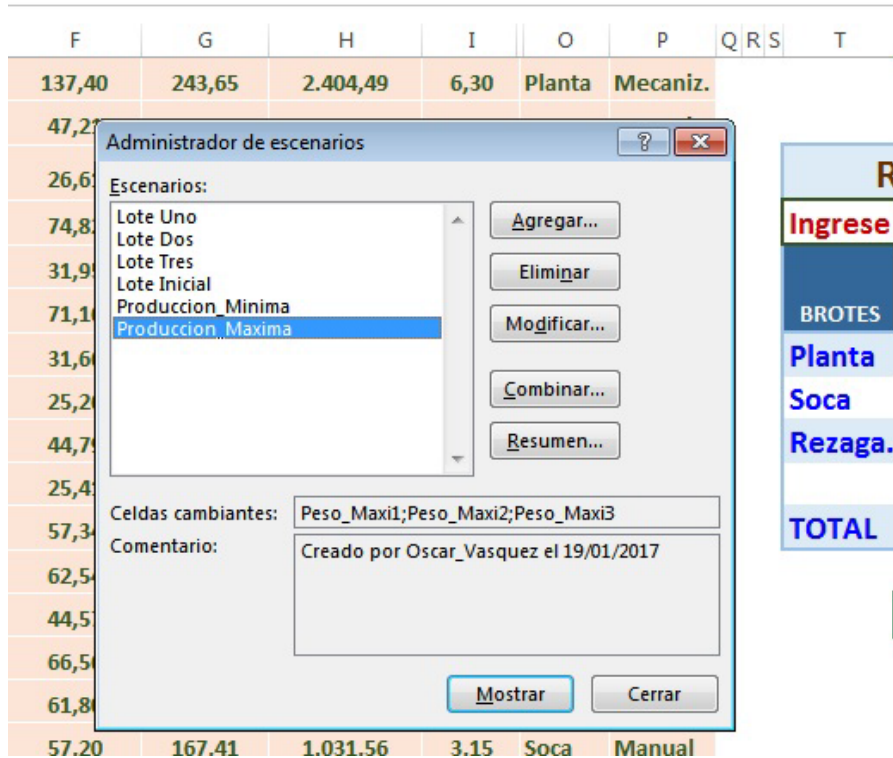


Ilustración 217: agregando el escenario Producción Máxima

Como ejemplo, en la simulación para Producción máxima, al hacer clic en la tecla Mostrar los nuevos resultados, se mostrarán como la ilustración 218:

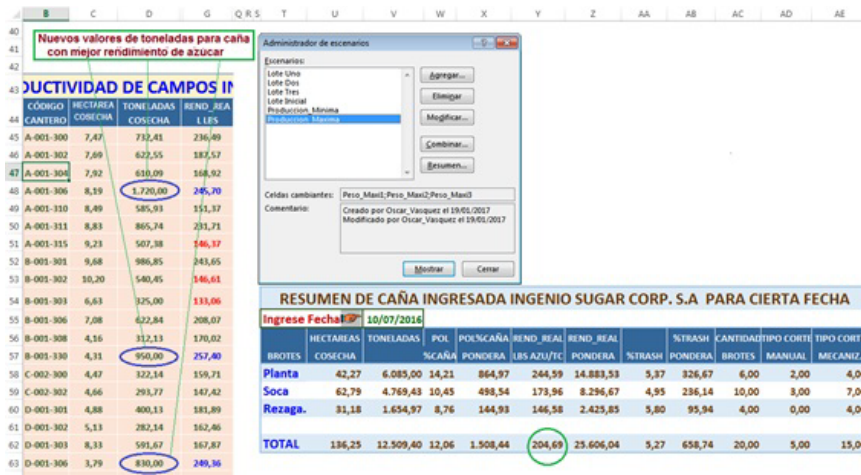


Ilustración 218: total rendimiento real de azúcar cuando muele el doble de peso de caña con tres mejores rendimiento de azúcar

Analizando la ilustración 218, puede observarse que el total del rendimiento de azúcar incrementó desde 197,37 libras por tonelada de caña a 204,69 libras de azúcar por tonelada de caña, cuando es molido el aproximadamente el doble del peso de la caña de los tres mejores rendimientos en azúcar.

## 2.11. COMPLEMENTO SOLVER EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS AZUCAREROS

El complemento Solver, que conforma el grupo de las herramientas más potentes que dispone Microsoft Excel, es esencial para análisis de datos sometidos a ciertas condiciones lógicas o restricciones. En principio, permite encontrar soluciones óptimas ya sea para maximizar o minimizar valores de las variables de modelos matemáticos que, a su vez, pueden estar representados con variables de aplicación en el ámbito empresarial, tales como la eficiencia, eficacia, costos, productividad, utilidad, ingresos, egresos, inventarios, etc. Solver utiliza fundamentos de la programación lineal, tales como el método Simplex, algoritmos de pivote, modelo del transporte, así como la programación no lineal con base en algoritmos como Gradiente Reducido Generalizado (GRG) y el algoritmo Evolutionary o algoritmo genético cuya aplicación se vuelve muy eficiente, para el caso de funciones no derivables en que es viable encontrar valores máximos o mínimos con otros modelos.

Gran parte del trabajo de Solver está en la definición de parámetros, siendo los principales componentes los siguientes:

- **Fórmula:** estará sujeta a la optimización y estará definida en una celda de Excel.
- **Restricciones:** limitaciones o condiciones a las que se somete las fórmulas o funciones de las celdas que, a su vez, están en relación con la celda objetivo.
- **Celdas variables:** celdas sobre las cuales Solver procederá cambiar sus valores hasta conseguir el valor de la celda objetivo.

La bondad de la aplicación de Solver es mostrada con el desarrollo de varios ejemplos de aplicación en la industria azucarera. Ya fue explicado el procedimiento para habilitar el complemento Solver anteriormente; sin embargo, se vuelve a explicar de forma abreviada con los siguientes pasos:

- En la barra de menú de Excel, hacer clic secuencialmente en Archivo, Opciones y Complementos, como indica la ilustración 219.

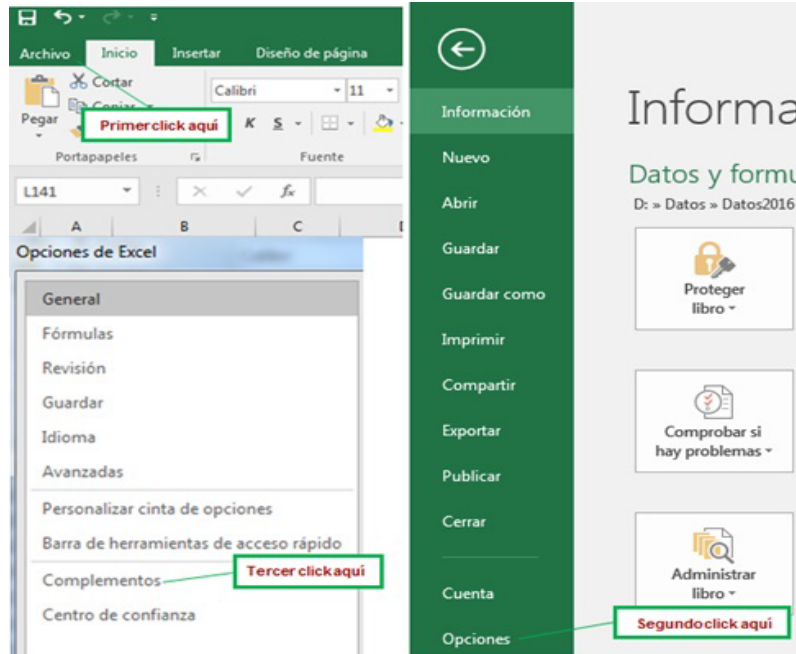


Ilustración 219: habilitando el complemento Solver

- En la ventana Opciones de Excel, en el cuadro de lista Administrar, seleccionar Complementos de Excel y hacer clic en botón Ir..., y en la ventana Complementos colocar visto en la opción Solver. Todos estos pasos indicados en la ilustración 220.

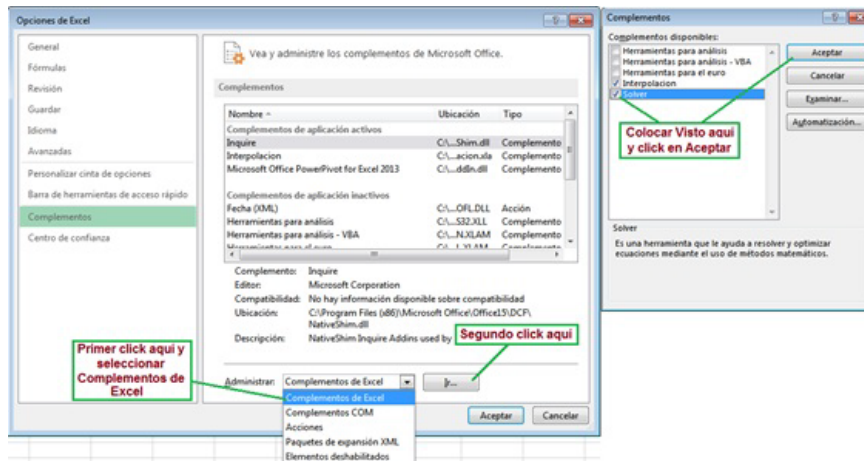


Ilustración 220: habilitando el complemento Solver

- El complemento Solver formará parte de las herramientas de la opción Datos de la barra de menú como se demuestra en la ilustración 221:

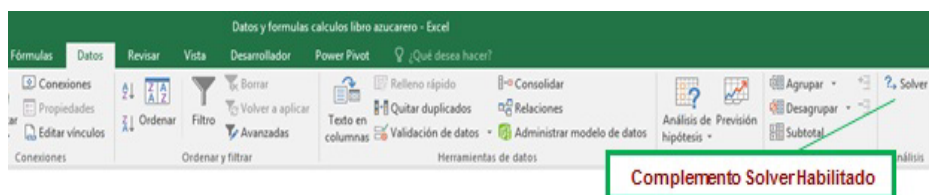


Ilustración 221: complemento Solver habilitado en la Opción Datos de la barra de menú

Ejemplo 1: ¿en qué proporción deberán mezclarse una masa de pureza 58 con una meladura de pureza 85 para obtener un material azucarero de 72 de pureza? (Nota: este ejemplo anteriormente ya fue resuelto utilizando el diagrama de Cobenze y por resolución de ecuaciones, ver los párrafos iniciales de este capítulo).

### Solución

Para el problema propuesto y su solución utilizando el complemento Solver, en primera instancia siendo X las partes de meladura con pureza 85 y las partes de masa con pureza 58, se plantea las ecuaciones para su solución, quedando como:

$$\text{Ecuación 1: } X + Y = 100$$

$$\text{Ecuación 2: } 85X + 58Y = 7200$$

**Establecer objetivo:** en Solver es necesario identificar el objetivo, en este caso puede ser cualquiera de las dos ecuaciones; para el ejemplo, el objetivo será la ecuación 1, es decir que la sumatoria de las partes de meladura y masa deben ser 100.

**Establecer restricciones:** las restricciones estarán sujetas a las dos ecuaciones, es decir que su igualdad debe ser igual a 100 y 7200, respectivamente. En la ilustración 222 puede observarse el planteamiento de las ecuaciones en Excel previo a su solución con Solver.

|    | A  | B                                     | C    | D                                | E |
|----|--|---------------------------------------|------|----------------------------------|---|
| 1  | <b>SOLUCIÓN DE MEZCLAS MEDIANTE SOLVER</b> |                                       |      |                                  |   |
| 2  |  |                                       |      |                                  |   |
| 3  |  | <b>Valor X</b>                        |      |                                  |   |
| 4  |  | <b>Valor Y</b>                        |      |                                  |   |
| 5  |  |                                       |      | <b>Igual a</b>                   |   |
| 6  |  | <b>Ecuación 1</b>                     | 0,00 | 100,00                           |   |
| 7  |  | <b>Ecuación 2</b>                     | 0,00 | 7.200,00                         |   |
| 8  |  | <b>Objetivo</b>                       | 0,00 | 100,00                           |   |
| 9  |  |                                       |      |                                  |   |
| 10 |  | <b>Ecuación 1 : X + Y = 100</b>       |      | <b>Objetivo : X + Y = 100</b>    |   |
| 11 |  | <b>Fórmula Excel : =C3+C4</b>         |      | <b>Fórmula Excel : = C3 + C4</b> |   |
| 12 |  |                                       |      |                                  |   |
| 13 |  | <b>Ecuación 2 : 85X + 58Y = 7200</b>  |      |                                  |   |
| 14 |  | <b>Fórmula Excel : =85*C3 + 58*C4</b> |      |                                  |   |
| 15 |  |                                       |      |                                  |   |
| 16 |  |                                       |      |                                  |   |

Ilustración 222: planteamiento de ecuaciones de mezclas en celdas de Excel, previo a solución con complemento Solver

Para resolver este sistema de dos ecuaciones mediante Solver, en la barra de menú, seleccionar la opción Datos, seguidamente clic en la herramienta Solver y emergerá la ventana Parámetros de Solver y en esta ventana hacer clic en el cuadro de texto Establecer objetivo y clic en la celda C8, celda en la cual está definido el objetivo. A continuación, clic en el botón Valor y en su cuadro de texto escribir 100. Seguidamente, hacer clic en el cuadro de texto de Cambiando las celdas de variables y señalar rango C3:C4 constituido por las celdas que sufrirán cambios en las interacciones de Solver hasta su solución. Para agregar las restricciones, hacer clic en el botón Agregar, de todos estos pasos ver la ilustración 223:

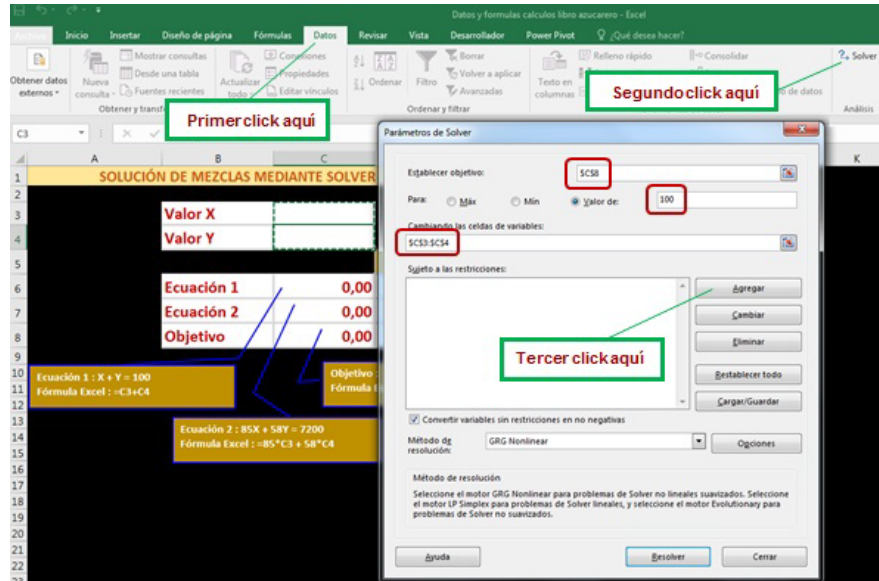


Ilustración 223: escribiendo los parámetros en Solver para solución de ecuaciones

En la ventana Agregar restricción, en el cuadro de texto Referencia de celda escribir C6, celda cuyo valor estará restringido a un valor igual a 100, oprimir la tecla Agregar para nueva restricción, en el cuadro texto Referencia de celda escribir C7, el valor de esta celda estará restringido a un valor igual a 7200 (ver ilustración 224).

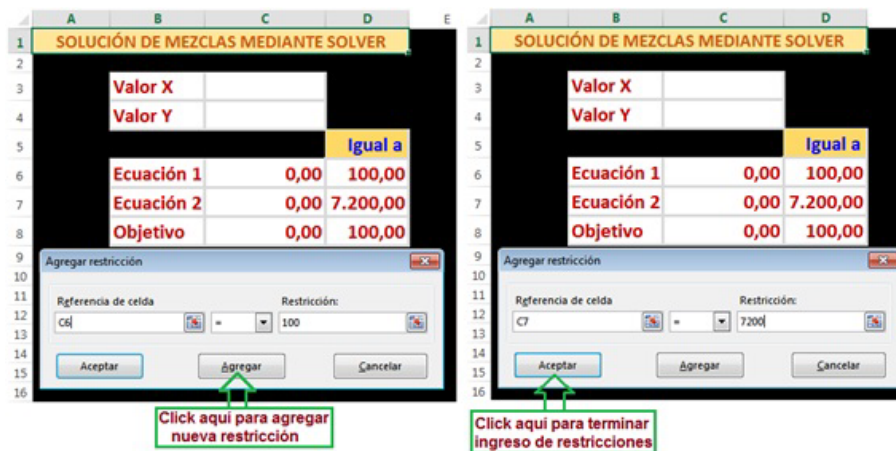


Ilustración 224: ingresando las restricciones para solución de ecuaciones

Al oprimir la tecla Aceptar, en la segunda restricción emerge nuevamente la ventana Parámetros de Solver, pero incluyendo las restricciones últimamente ingresadas. En esta ventana en Método de resolución, dejar la selección por defecto GRG Nonlinear (ver ilustración 225). Para resolver el problema hacer clic en la tecla Resolver:

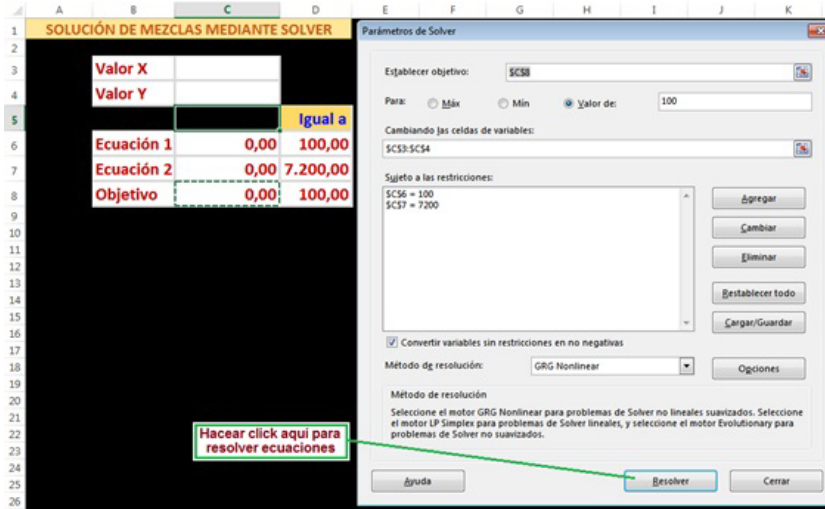


Ilustración 225: restricciones ingresadas y resolviendo ecuaciones

Seguidamente, emergerá la ventana Resultados de Solver indicando que encontró una solución al problema cuyos resultados son mostrados en las respectivas celdas de Excel como indica la ilustración 226. Para terminar, hacer clic en la tecla Aceptar:

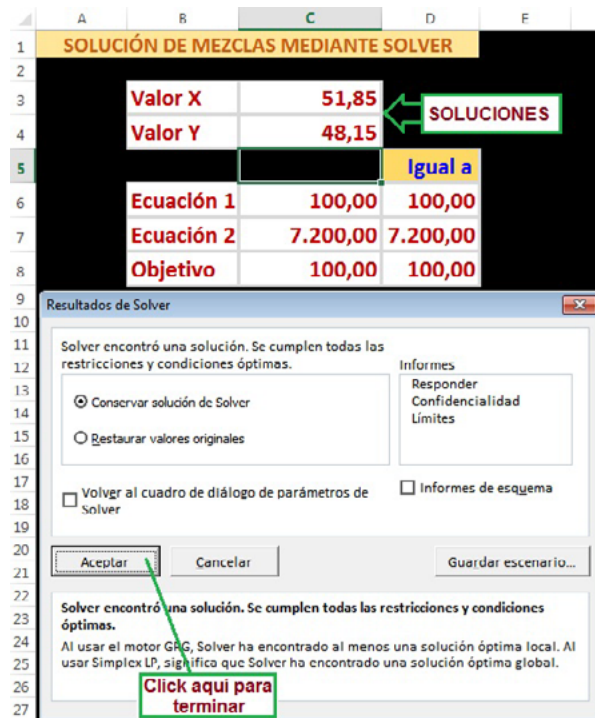


Ilustración 226: solución a mezclas, mediante ecuaciones utilizando Solver

La solución indica que debe mezclarse 51,85 partes de meladura y 48,15 partes de masa para obtener 100 partes de material azucarero con pureza de 72.



## Ejemplo 2

Alcohol Compañía S. A. requiere 4.000 toneladas de una mezcla de material azucarero diario que contenga mínimo 550 toneladas de Pol. El lote puede estar constituido por jugo mezclado y miel b cuyas cantidades no tienen restricción, puede contener también jugo filtrado y miel final, pero en cantidades máximas de 180 y 280 toneladas respectivamente. El capital total que dispone la destilería es de 176.000 para la adquisición del material azucarero.

Por otro lado, el Ingenio Sugar Corp. S. A. diariamente obtiene los materiales azucareros indicados en el siguiente cuadro que incluye costos en dólares y análisis de laboratorio:

| MATERIAL      | TONELADAS | COSTO/TON | %POL | %PUREZA |
|---------------|-----------|-----------|------|---------|
| Jugo Mezclado | 9.000     | 40        | 13   | 85      |
| Jugo Filtrado | 270       | 41        | 7    | 84      |
| Miel B        | 480       | 150       | 44   | 58      |
| Miel Final    | 420       | 65        | 29   | 36      |

Ilustración 227: materiales azucareros diarios que produce Ingenio Sugar Corp. S. A.

La política de venta de Ingenio Sugar Corp. S. A. indica que no debe vender más de 3.500 toneladas de jugo mezclado; además, la pureza resultante de la mezcla de los materiales azucareros no debe ser superior 81.

¿Cuál debe ser la cantidad de materiales azucareros enviados por Ingenio Sugar Corp. S. A. a Alcohol Compañía S. A. de tal manera que satisfaga las condiciones de las dos empresas?

### Solución

Sí JM = Toneladas jugo mixto enviado por ingenio a destilería

JF = Toneladas jugo filtrado enviado por ingenio a destilería

MB = Toneladas miel B enviado por ingenio a destilería

MF = Toneladas miel final enviado por ingenio a destilería

Entonces por balance de masa

Toneladas de Material Azucarero:  $JM + JF + MB + MF = 4000$

Toneladas Pol Material Azucarero:  $0,13JM + 0,07JF + 0,44MB + 0,29MF \geq 550$

Pureza Material Azucarero:  $(85JM + 84JF + 58MB + 36MF) / (JM + JF + MB + MF) \leq 81$

Costos Totales:  $40JM + 41JF + 150MB + 65MF = 176,000$

Otras restricciones

Las toneladas de jugo mezclado no deben ser mayores a 3500:  $JM \leq 3500$

Las toneladas de jugo filtrado no deben superar 180:  $JF \leq 180$

Las toneladas de miel final no deben superar 280:  $MF \leq 280$

Planteando estas fórmulas en una hoja de Excel:

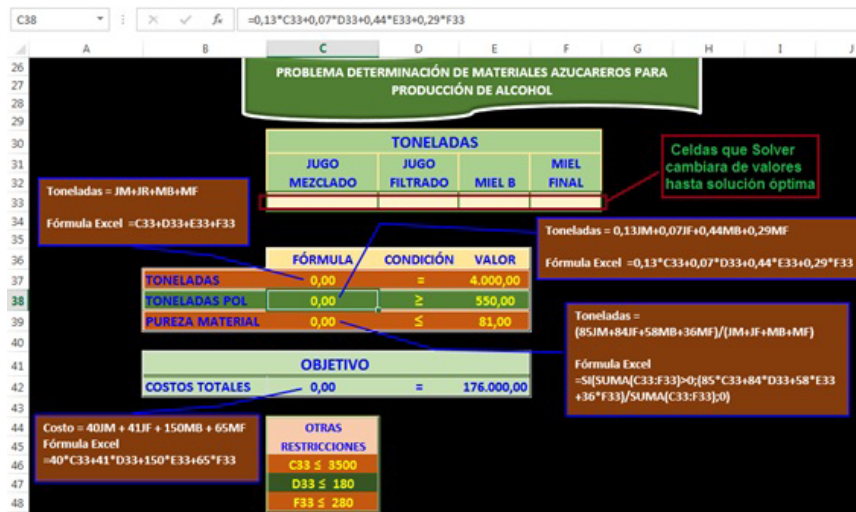


Ilustración 228: planteamiento de fórmulas en Hoja Excel, para resolver problema azucarero con Solver

Para que Solver resuelva este problema, en la barra de menú hacer clic sucesivamente en Datos y Solver, y en la ventana Parámetros de Solver, en el cuadro de texto, Establecer Objetivos escribir C42; hacer clic en el botón Valor y, en su cuadro de texto, escribir 176000. En el cuadro de texto Cambiando las celdas de variables, escribir el rango C33:F33; luego, haciendo clic en el botón Agregar, escribir cada una de las restricciones.

La ilustración 229 muestra todas estas últimas acciones realizadas. Hacer clic en la tecla Resolver y se desplegará la ventana Resultados de Solver, indicando que ha encontrado una solución. Los resultados pueden verse en el rango de celdas C33:F33 como indica la ilustración 230.

Entonces, el ingenio Sugar Corp. S. A. debe enviar 3.459,82 toneladas de jugo mezclado, 180 toneladas de jugo filtrado, 80,18 toneladas de miel B y 280 toneladas de miel final hacia Alcohol Compañía S. A., cantidades con las que se cumplen todas las condiciones impuestas tanto por el Ingenio como por la destilería.

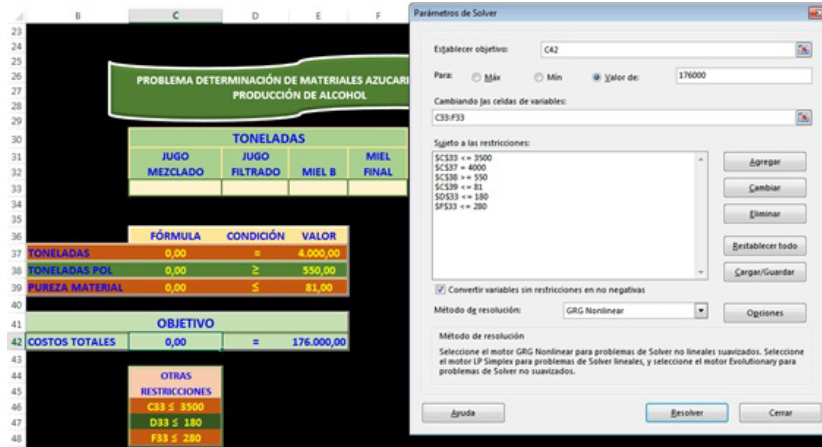


Ilustración 229: parametrizando Solver para resolver problema azucarero

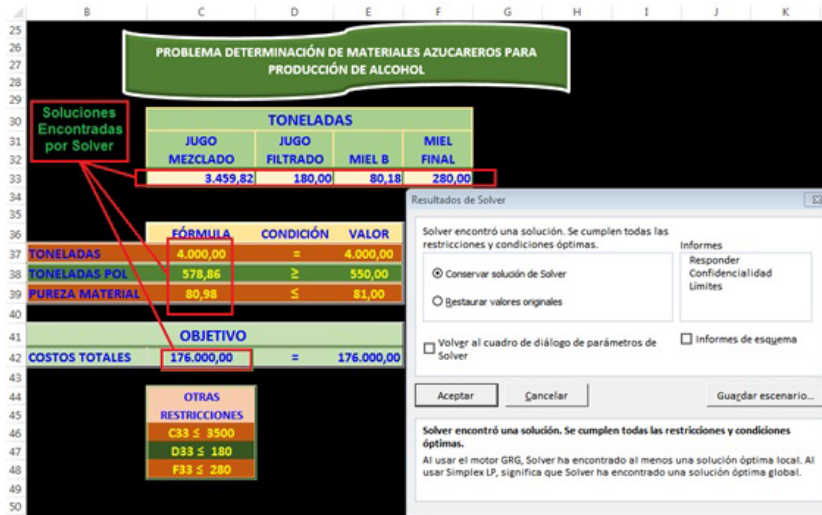


Ilustración 230: solución Solver para problema azucarero

Ejemplo 3: la Asociación de Cañicultores ProduCaña S. A. dispone de cuatro canteros que proveen caña a los ingenios Sugar Corp. S. A., San Miguel, El Valle y El Pacífico. Las producciones estimadas en toneladas de caña de los canteros, así como los requerimientos de toneladas de caña, de %Pol de los ingenios y costos del transporte de caña por toneladas desde los canteros al ingenio, son mostrados en los siguiente ilustración:

| MATRIZ DE COSTOS DE TRANSPORTE POR TONELADA<br>(En Dólares) |                      |                       |                     |                         |
|---|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| CANIERO   | Ingenio<br>Sugar S.A | Ingenio<br>San Miguel | Ingenio<br>El Valle | Ingenio<br>del Pacífico |
| Cantero 1   | 0,18                 | 0,21                  | 0,16                | 0,22                    |
| Cantero 2   | 0,22                 | 0,24                  | 0,22                | 0,21                    |
| Cantero 3   | 0,38                 | 0,35                  | 0,33                | 0,31                    |
| Cantero 4   | 0,30                 | 0,36                  | 0,29                | 0,32                    |

| PRODUCCIÓN ESTIMADA<br>DE CANTEROS (Ton) |                        |
|--|------------------------|
| CANTERO                                  | PRODUCCIÓN<br>ESTIMADA |
| Cantero 1                                | 7.100,00               |
| Cantero 2                                | 10.500,00              |
| Cantero 3                                | 10.000,00              |
| Cantero 4                                | 11.800,00              |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>39.400,00</b>       |

| REQUERIMIENTOS DE<br>CAÑA POR INGENIO |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| CANTERO                               | REQUERIM.<br>TONELADAS |
| Sugar S.A                             | 10.200,00              |
| San Miguel                            | 9.850,00               |
| El Valle                              | 6.400,00               |
| del Pacífico                          | 12.500,00              |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>38.950,00</b>       |

| POL DISPONIBLE<br>CANTERO |       |
|---------------------------|-------|
| CANTERO                   | % POL |
| Cantero 1                 | 12,65 |
| Cantero 2                 | 13,98 |
| Cantero 3                 | 14,50 |
| Cantero 4                 | 14,05 |

| % POL REQUIERE<br>INGENIO MÍNIMO |       |
|----------------------------------|-------|
| CANTERO                          | % POL |
| Sugar S.A                        | 13,00 |
| San Miguel                       | 13,00 |
| El Valle                         | 13,80 |
| del Pacífico                     | 14,00 |

Ilustración 231: matriz de costos de transporte por tonelada

Calcular las cantidades de caña que debe ser transportada desde los canteros a los ingenios, de tal manera que el costo total del transporte sea el mínimo y que se cumpla con las cantidades de caña y %Pol requerido por los ingenios.

### Solución

Sea

s = Ingenio Sugar S.A m = Ingenio San Miguel v = Ingenio del Valle

p = Ingenio del Pacífico

P<sub>cj</sub> = Producción de caña estimada cantero j Donde j = 1,2,3,4

R<sub>jci</sub> = Requerimiento de caña Ingenio j desde cantero i Donde j = s,m,v,p y i=1,2,3,4

El objetivo del problema está definido en minimizar los costos del transporte de la caña desde los diferentes canteros a los diferentes ingenios, por lo que su modelo matemático queda como:

Objetivo: Minimizar

$$\text{CostoTransporte} = \sum_{j=1}^4 \text{Costo\_Tranas\_Cante\_Inge}_j * \text{RequerimCaalng}_j$$

$$\begin{aligned} \text{Costo Transporte} = & 0,18R_{sc1} + 0,21R_{mc1} + 0,16R_{vc1} + 0,22R_{pc1} + \\ & 0,22R_{sc2} + 0,24R_{mc2} + 0,22R_{vc2} + 0,21R_{pc2} + \\ & 0,38R_{sc3} + 0,35R_{mc3} + 0,33R_{vc3} + 0,31R_{pc3} + \\ & 0,30R_{sc4} + 0,36R_{mc4} + 0,29R_{vc4} + 0,32R_{pc4} \end{aligned}$$

Sujeto a las restricciones

| REQUERIMIENTO TOTAL INGENIO | PRODUCCIÓN TOTAL ESTIMADA CANTERO | REQUERIMIENTO DE INGENIO % POL MÍNIMO  |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| $R_s \geq 10200$            | $P_{c1} \leq 7100$                | $(12,65R_{sc1} + 13,98R_{sc2} + 14,50R_{sc3} + 14,05R_{sc4}) / R_s \geq 13$    |
| $R_m \geq 9850$             | $P_{c2} \leq 10500$               | $(12,65R_{mc1} + 13,98R_{mc2} + 14,50R_{mc3} + 14,05R_{mc4}) / R_m \geq 13$    |
| $R_v \geq 6400$             | $P_{c3} \leq 10000$               | $(12,65R_{vc1} + 13,98R_{vc2} + 14,50R_{vc3} + 14,05R_{vc4}) / R_v \geq 13,80$ |
| $R_p \geq 12500$            | $P_{c4} \leq 11800$               | $(12,65R_{pc1} + 13,98R_{pc2} + 14,50R_{pc3} + 14,05R_{pc4}) / R_p \geq 14$    |

Ilustración 232: cálculos para requerimientos de Ingenio

Toda esta información ingresada en una hoja de Excel muestra como la ilustración 233:

| MATRIZ DE COSTOS DE TRANSPORTE POR TONELADA (Dólares) |                   |                    |                  |                      |       | % POL DISPONIBLE CANTERO      |                 |
|---|-------------------|--------------------|------------------|----------------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| CANTERO   | Ingenio Sugar S.A | Ingenio San Miguel | Ingenio El Valle | Ingenio del Pacifico | TOTAL | PRODUCCIÓN CANTERO ESTIMADA   | REQUIERE MÍNIMO |
| Cantero 1   | 0,18              | 0,21               | 0,16             | 0,22                 | 0,00  | 7.100,00                      | 12,65           |
| Cantero 2   | 0,22              | 0,24               | 0,22             | 0,21                 | 0,00  | 10.500,00                     | 13,98           |
| Cantero 3   | 0,38              | 0,35               | 0,33             | 0,31                 | 0,00  | 10.000,00                     | 14,50           |
| Cantero 4   | 0,30              | 0,36               | 0,29             | 0,32                 | 0,00  | 11.800,00                     | 14,05           |
| TOTAL   | 0,00              | 0,00               | 0,00             | 0,00                 | 0,00  | 39.400,00                     |                 |
| MATRIZ DE REQUERIMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE TONELADAS    |                   |                    |                  |                      |       | % POL INGENIO REQUIERE MÍNIMO |                 |
| CANTERO   | Ingenio Sugar S.A | Ingenio San Miguel | Ingenio El Valle | Ingenio del Pacifico | TOTAL | PRODUCCIÓN CANTERO ESTIMADA   | REQUIERE MÍNIMO |
| TONELADAS   | 10.200            | 9.850              | 6.400            | 12.500               | 0,00  | 13,00                         | 13,00           |
| POL MÍNIMO REQUIERE                                   | 0,00              | 13,00              | 13,00            | 13,80                | 0,00  | 13,80                         | 14,00           |
| CÁLCULO POL PONDERA                                   | 0,00              | 0,00               | 0,00             | 0,00                 | 0,00  |                               |                 |
| COSTO MÍNIMO  | 0,00              |                    |                  |                      |       |                               |                 |

FÓRMULA EXCEL POL PONDERADO =SI(E72=0;SUMAPRODUCTO(E68:E71;\$J\$59:\$J\$62)/E72;0)  
 FÓRMULA EXCEL COSTO MÍNIMO =SUMAPRODUCTO(B60:E63;B68:E71)

Ilustración 233: plantilla propuesta para problema antes de Solución Solver

Para solución del problema mediante la herramienta Solver, hacer clic sucesivamente en Datos y Solver;. Luego, en la ventana Parámetros de Solver, escribir las respectivas celdas que representan a objetivos, celdas cambiantes y restricciones, tal como indica la ilustración 233. Una vez ingresada la información, hacer clic en la tecla Resolver, y Excel mostrara la ventana Resultados de Solver indicando que ha encontrado una solución (ver la ilustración 234), hacer clic en Aceptar y la planilla Excel muestra los resultados para minimizar costos, indicados en la ilustración 236; esta indica que, para minimizar costos de transporte de caña desde los diferentes canteros a los correspondientes ingenios, bajo las condiciones que deben satisfacer los requerimientos de caña de cada ingenio, así como del% Pol mínimo, desde los canteros 1, 2, 3 y 4, deben transportarse para el ingenio Sugar Corp. S. A. las cantidades de 3.657,14 toneladas, 0 toneladas, 0 toneladas y 6.542,82 toneladas, respectivamente. Desde los canteros 1, 2, 3 y 4 para el Ingenio San Miguel debe transportarse 2.300 toneladas, 7.550 toneladas, 0 toneladas y 0 toneladas, respectivamente, y así sucesivamente para los ingenios restantes.

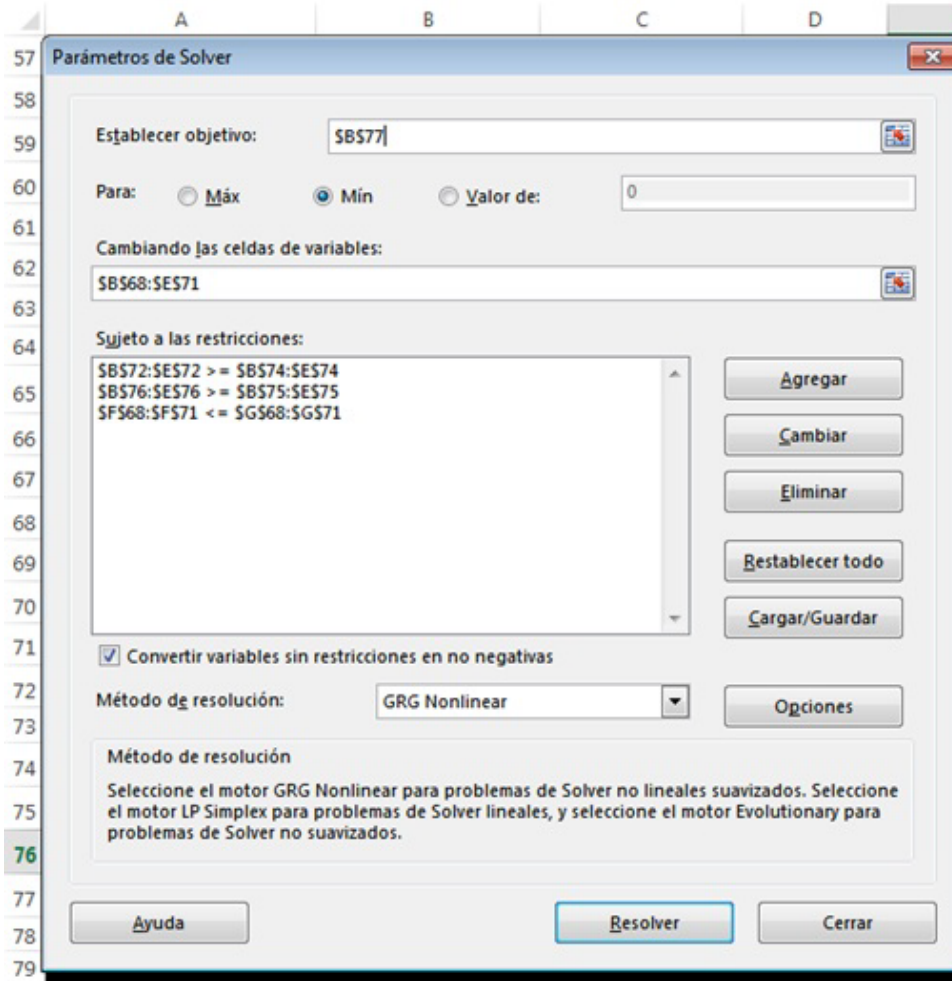


Ilustración 234: parametrizando Solver para solución de problema azucarero

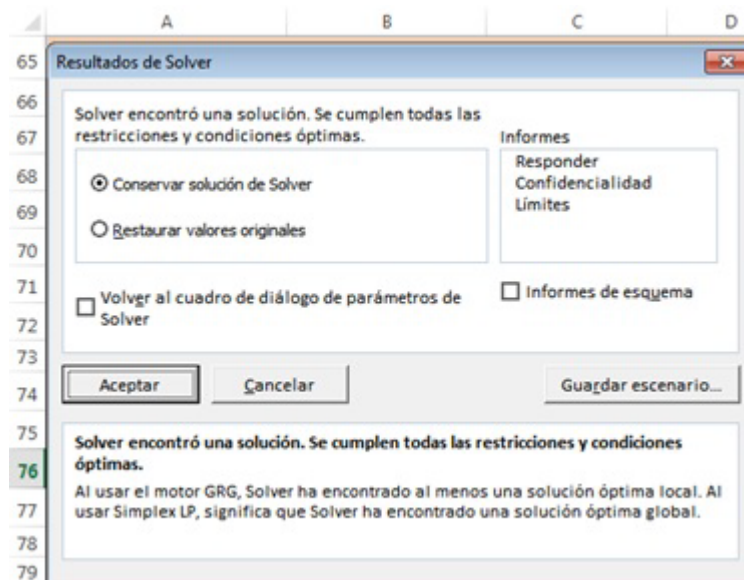


Ilustración 235: mensaje de resultados solución del problema por Solver

| MATRIZ DE COSTOS DE TRANSPORTE POR TONELADA (Dólares) |                      |                       |                     |                         |                  |                        | % POL DISPONIBLE |       |
|---|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|------------------|------------------------|------------------|-------|
| CANTERO   | Ingenio<br>Sugar S.A | Ingenio<br>San Miguel | Ingenio<br>El Valle | Ingenio<br>del Pacifico |                  |                        | CANTERO          |       |
| Cantero 1   | 0,18                 | 0,21                  | 0,16                | 0,22                    |                  |                        | Cantero 1        | 12,65 |
| Cantero 2   | 0,22                 | 0,24                  | 0,22                | 0,21                    |                  |                        | Cantero 2        | 13,98 |
| Cantero 3   | 0,38                 | 0,35                  | 0,33                | 0,31                    |                  |                        | Cantero 3        | 14,50 |
| Cantero 4   | 0,30                 | 0,36                  | 0,29                | 0,32                    |                  |                        | Cantero 4        | 14,05 |
| MATRIZ DE REQUERIMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE TONELADAS    |                      |                       |                     |                         |                  |                        | % POL INGENIO    |       |
| CANTERO   | Ingenio<br>Sugar S.A | Ingenio<br>San Miguel | Ingenio<br>El Valle | Ingenio<br>del Pacifico | TOTAL<br>CANTERO | PRODUCCIÓN<br>ESTIMADA | REQUIERE MÍNIMO  |       |
| Cantero 1   | 3.657,14             | 2.300,00              | 1.142,86            | 0,00                    | 7.100,00         | 7.100,00               | Sugar S.A        | 13,00 |
| Cantero 2   | 0,00                 | 7.550,00              | 0,00                | 2.950,00                | 10.500,00        | 10.500,00              | San Miguel       | 13,00 |
| Cantero 3   | 0,00                 | 0,00                  | 0,00                | 9.550,00                | 9.550,00         | 10.000,00              | El Valle         | 13,80 |
| Cantero 4   | 6.542,86             | 0,00                  | 5.257,14            | 0,00                    | 11.800,00        | 11.800,00              | del Pacifico     | 14,00 |
| <b>TOTAL</b>  | <b>10.200,00</b>     | <b>9.850,00</b>       | <b>6.400,00</b>     | <b>12.500,00</b>        | <b>38.950,00</b> | <b>39.400,00</b>       |                  |       |
| REQUERIMIENTO   |                      |                       |                     |                         |                  |                        |                  |       |
| TONELADAS   | 10.200               | 9.850                 | 6.400               | 12.500                  |                  |                        |                  |       |
| POL MÍNIMO REQUIERE                                   | 13,00                | 13,00                 | 13,80               | 14,00                   |                  |                        |                  |       |
| <b>CÁLCULO POL PONDERA</b>                            | <b>13,55</b>         | <b>13,67</b>          | <b>13,80</b>        | <b>14,38</b>            |                  |                        |                  |       |
| <b>COSTO MÍNIMO</b>                                   | <b>10.203,57</b>     |                       |                     |                         |                  |                        |                  |       |

Ilustración 236: solución para minimizar costos de transporte con el uso de Solver

Según la ilustración 236, en estos ejemplos expuestos han sido utilizados las herramientas a nivel básico y medio para resolver problemas de optimización. Sin embargo, existe una gran variedad de bibliografía física y virtual sobre la utilidad y aplicación de Solver en la resolución de problemas empresariales que, en este texto, no han sido cubiertos, debido a su gran extensión y especialidad, sobre los cuales existen escritos libros exclusivamente sobre este tema.





### 3. GRÁFICOS DE EXCEL Y SU UTILIDAD EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Es conocida la frase “un gráfico dice más que mil palabras”; esta idea aplica bien en la industria azucarera, sobre todo por la gran cantidad de variables que involucra su desempeño y que, a su vez, genera cientos de miles de datos diarios de información. Si bien es cierto que estos datos son resumidos o consolidados en tablas que permiten al ingeniero o técnico azucarero simplicidad en el análisis y toma de decisiones, con la inclusión de gráficos, sobre todo estadísticos, se permite obtener una visión más panorámica sobre la respuesta a los problemas empresariales.

#### 3.1. GRÁFICOS DE DISPERSIÓN

En las áreas técnicas de los ingenios especialmente en Elaboración, Laboratorio y Gestión de Calidad, es muy usual analizar el comportamiento o tendencia que presentan las diferentes variables que involucran los procesos azucareros; así, por ejemplo, para una serie de datos temperatura-densidad para un material azucarero de Brix igual a 55 indicados en la siguiente tabla, el técnico azucarero desea analizar, mediante una gráfica de dispersión, el comportamiento de estas dos variables. Es de anotar que, entre el gráfico de dispersión y el gráfico de líneas, el de dispersión es el más adecuado para análisis de comportamiento de las variables desde el punto de vista de la tecnología e ingeniería azucarera.

| <b>COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE MATERIAL AZUCARERO DE BRUX = 55</b> |                         |                   |
|--|-------------------------|-------------------|
| <b>TEMP.</b>   | <b>DENSIDAD</b>         | <b>VISCOSIDAD</b> |
| <b>°C</b>  | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> | <b>mPas.s</b>     |
| 10,00  | 1,2621                  | 850,00            |
| 20,00  | 1,2576                  | 310,00            |
| 30,00  | 1,2528                  | 180,00            |
| 40,00  | 1,2476                  | 85,00             |
| 50,00  | 1,2421                  | 52,00             |
| 60,00  | 1,2362                  | 31,00             |
| 70,00  | 1,2300                  | 10,00             |
| 80,00  | 1,2235                  | 5,00              |

*Ilustración 237: tabla de datos de comportamiento reológico de material azucarero*

En primera instancia va a generarse un gráfico de dispersión solo considerando las variables temperatura y densidad; para tal fin, seguir los siguientes pasos:

Primero, señalar el rango involucrado en gráfico, en este caso el rango A5:B12 que representa datos de temperatura y densidad; luego, en la barra de menú, consecutivamente hacer clic en la opción Insertar, Insertar gráfico de dispersión y Dispersión con línea suavizada y, seguidamente, Excel muestra el gráfico indicado en la ilustración 238:

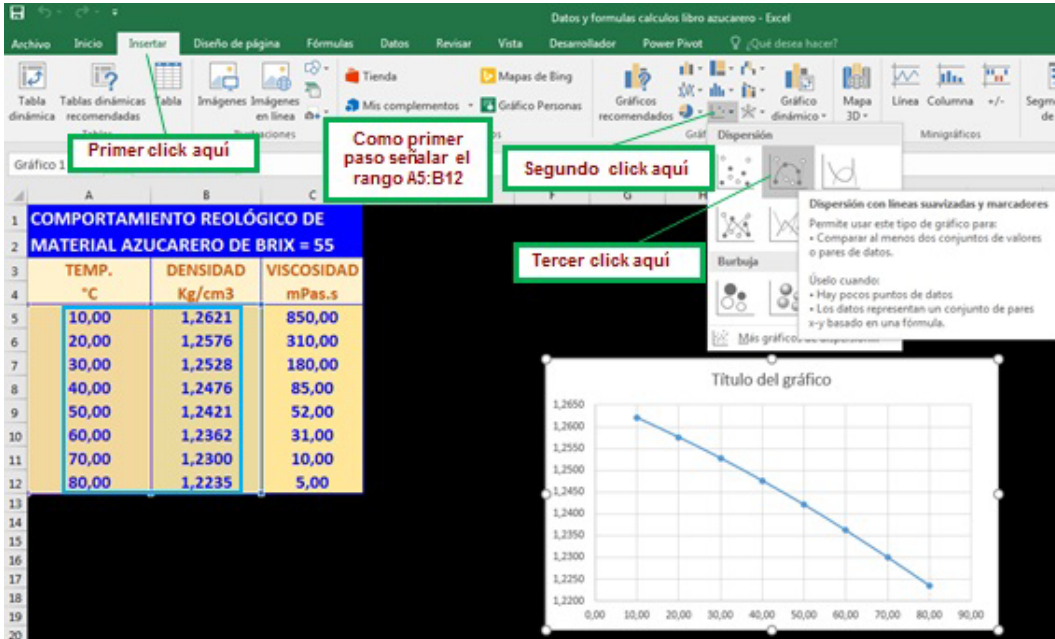


Ilustración 238: gráfico de dispersión temperatura vs densidad de material azucarero

- Para colocar los títulos en los ejes, hacer clic sobre cualquier área del gráfico y, consecutivamente, clic en el ícono + y, en el menú contextual ELEMENTOS DEL GRÁFICO, colocar visto en Títulos de eje y aparecerá los títulos de los dos ejes, tal como indica la ilustración 239. Seguidamente, sobre cada uno de los títulos, hacer clic e ir cambiando el título de acuerdo al interés del gráfico.

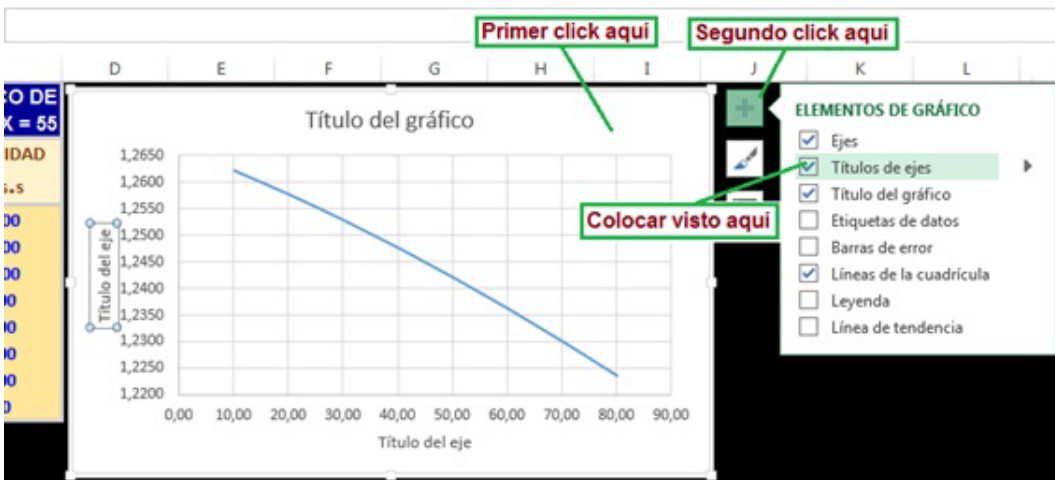


Ilustración 239: agregando título de ejes

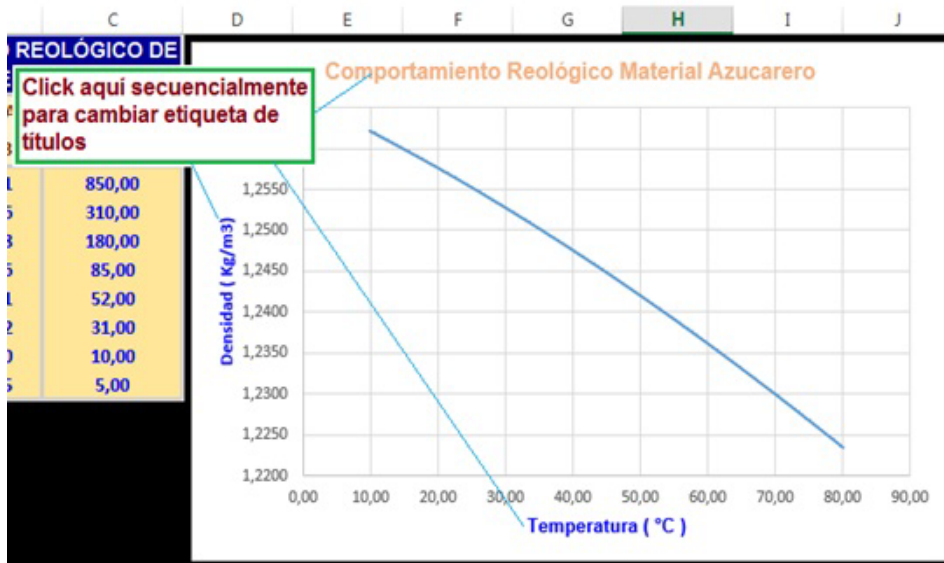


Ilustración 240: títulos de ejes cambiados

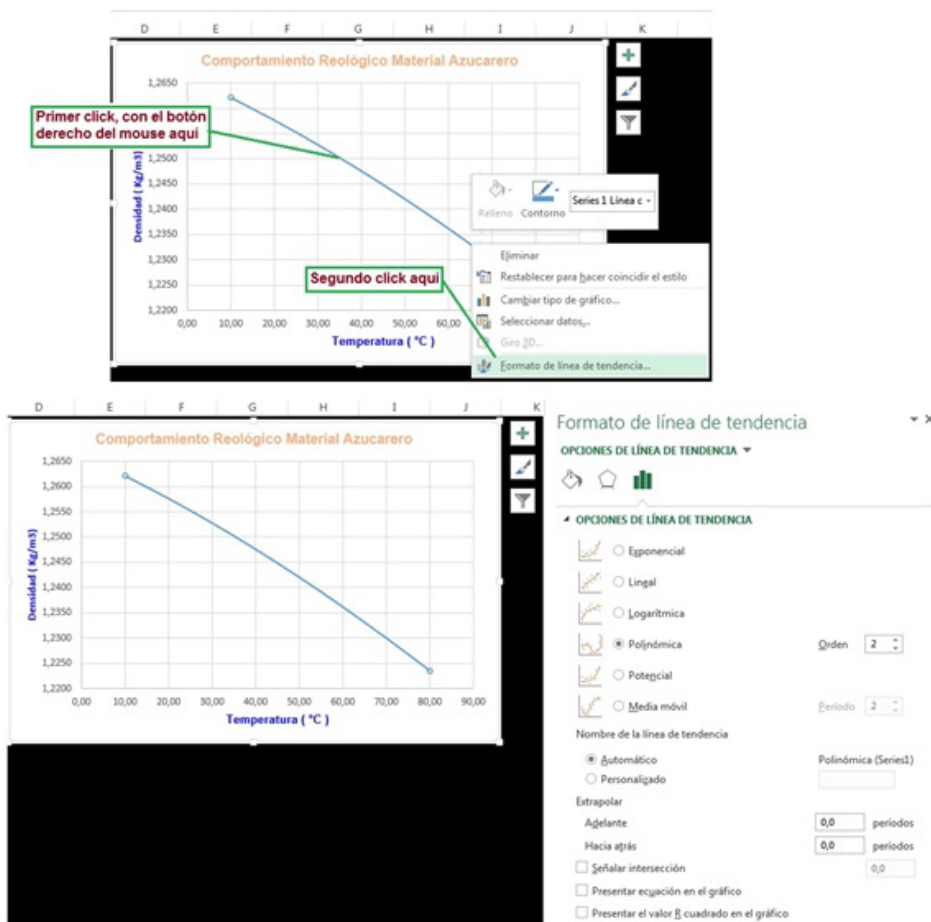


Ilustración 241: agregando formato de línea de tendencia

Ahora, debe buscarse la mejor línea de tendencia para los datos de problema, una de las formas de hacerlo es presentar el coeficiente de determinación o R al cuadrado en el gráfico; entonces, hacer clic en la opción Presentar el valor R cuadrado en el gráfico y clic en Presentar ecuación en el gráfico. Luego, Excel presenta el valor de R cuadrado y la ecuación; la variable x representa a la temperatura y la variable y a la densidad. El técnico azucarero debe ir probando cada una de las opciones de curvas hasta encontrar aquella que mejor valor de R al cuadrado presente, sabiendo que, mientras más cercano a 1 sea este valor, la ecuación es muy representativa a los datos del problema; lo ideal es que R al cuadrado tenga el valor de 1. Para este ejemplo, de todas las curvas probadas, la curva polinomial es la mejor que representa a los datos ya que presenta un valor de 1 para R al cuadrado.

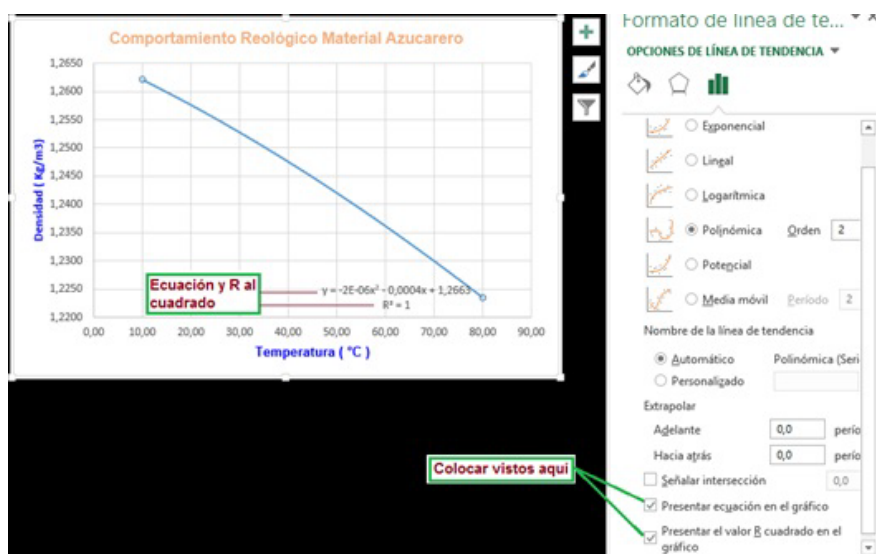


Ilustración 242: curva polinomial incluyendo ecuación y R al cuadrado

- Para terminar con el diseño del gráfico, va a cambiarse el color del fondo del gráfico, así como el color de los valores de los ejes, ecuación, etc.; para esto, hacer doble clic sobre cualquier zona del gráfico y se presentará la sección Formato del área del gráfico. En Relleno, hacer clic en Relleno sólido y, en color, seleccionar el color negro y el gráfico como la ilustración 243. Para cambiar los colores de los valores de los ejes, hacer clic sobre cada uno de los ejes y, con las herramientas de fuentes de la barra de menú, proceder a los respectivos cambios de color y los valores de los ejes, así como la ecuación. Si es necesario quitar la cuadrícula del gráfico, utilizar la herramienta + o Elementos de gráfico; quitar el visto de Líneas de cuadrícula y el gráfico (ver la ilustración 244).

Como conclusión de la ecuación de la gráfica, con las diferentes herramientas de Excel ha sido algo fácil su definición, que, de otra manera, es obtenida a través del método de mínimos cuadrados, método no lineal de los mínimos cuadrados que requiere de métodos numéricos como Newton-Raphson para su solución, así como métodos como regresión potencial. Una vez obtenida la ecuación, esta puede utilizarse para proyecciones y pronósticos según como sean interpretadas las variables.

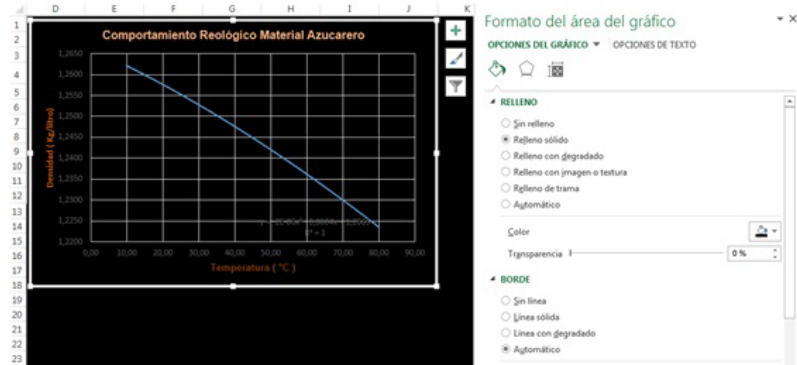


Ilustración 243: cambiando color de fondo de gráfico

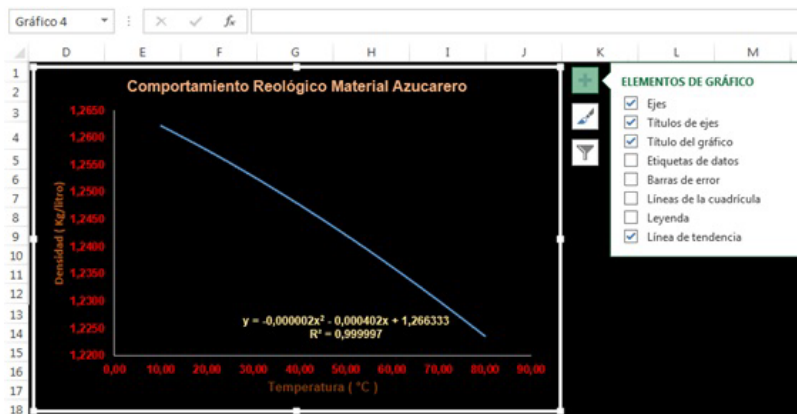


Ilustración 244: gráfico terminado de Temperatura vs Densidad de materia azucarero

### 3.2. GRÁFICOS DE DISPERSIÓN COMBINADOS CON EJES DE DIFERENTE ESCALA

Es frecuente que el técnico azucarero, en un mismo gráfico, incluya dos o más funciones matemáticas o curvas; esta tarea no presentaría dificultad en hacerse si la escala entre variables es desproporcional; por ejemplo, de la tabla de datos para el último gráfico, si se desea incluir la viscosidad, nótese que la escala de la variable densidad varía en centésimas y la escala de viscosidad varía en decenas, por lo que se complica graficar estas dos variables utilizando una sola escala en el eje Y; Excel dispone de herramientas para resolver este tipo de casos. Entonces, en el siguiente ejemplo, va a incluirse la curva de la viscosidad, pero creando un eje Y paralelo al de la densidad. Proceder de la siguiente forma:

- En cualquier zona del gráfico, hacer clic con el botón derecho de mouse y desplegar el respectivo menú contextual (ver la ilustración 245), hacer clic en Seleccionar datos y emergerá la ventana Seleccionar origen de datos, hacer clic en el botón Agregar y en la ventana Modificar serie, en el cuadro de texto Nombre de la serie escribir Viscosidad, en Valores X de la serie escribir la referencia de las celdas A5:A12 y, en Valores Y de la serie, escribir la referencia de las celdas C15:C12 (todos estos pasos mostrados en la ilustración 245), hacer clic en Aceptar

y el gráfico se verá como muestra la ilustración 246. Como puede observarse en el gráfico, la escala del eje Y cambio y el gráfico Temperatura vs Densidad prácticamente son una línea recta que descansa en el eje X.

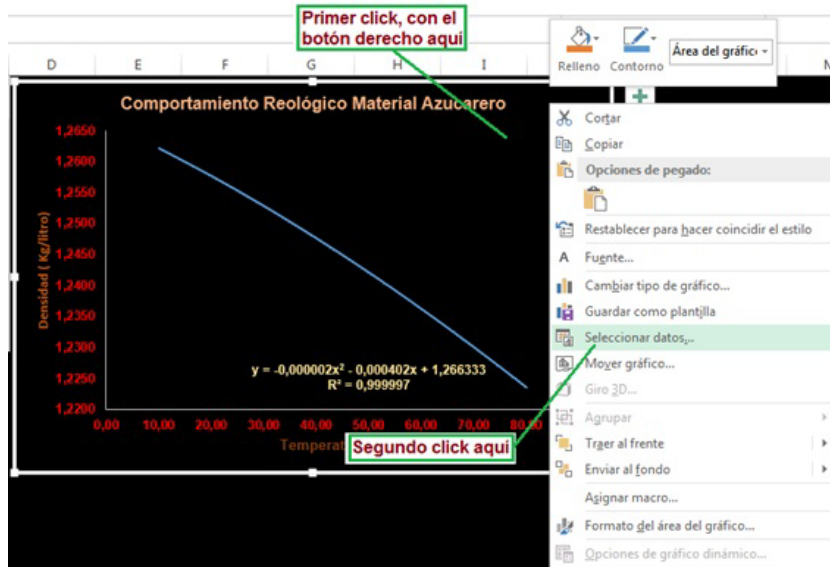


Ilustración 245: incluyendo curva de viscosidad con diferente escala en el eje Y

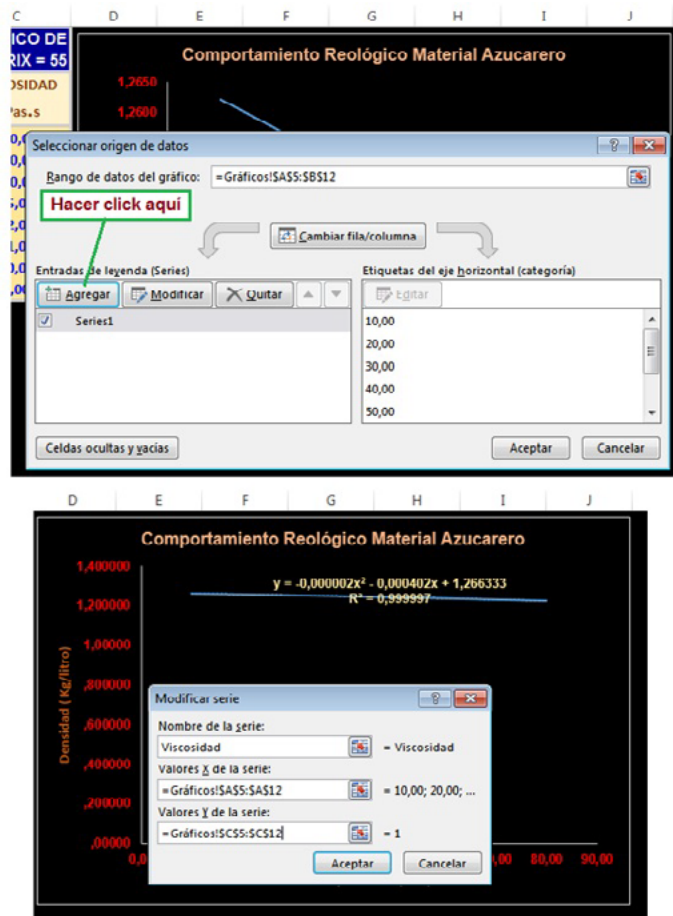


Ilustración 246: incluyendo curva de viscosidad con diferente escala en el eje Y

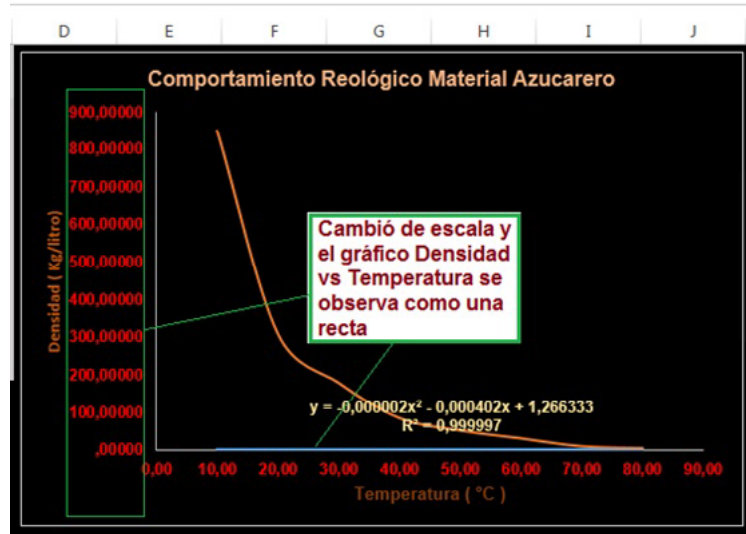


Ilustración 247: incluyendo nuevo eje Y cambiando escalas

- Para corregir este defecto, sobre cualquier área del gráfico hacer clic con el botón derecho de mouse y emergerá el respectivo menú contextual. Hacer clic en la opción Cambiar tipo de gráfico y, en la ventana Cambiar tipo de gráfico, hacer clic en Cuadro combinado. En Series1, cambiar a tipo de gráfico Dispersión con líneas suavizadas. Para Viscosidad, igualmente cambiar a tipo de gráfico Dispersión con línea suavizada, y, en la opción Eje secundario, colocar visto: el resultado de estos pasos puede verse en el la ilustración 248, hacer clic en la tecla Aceptar para terminar.

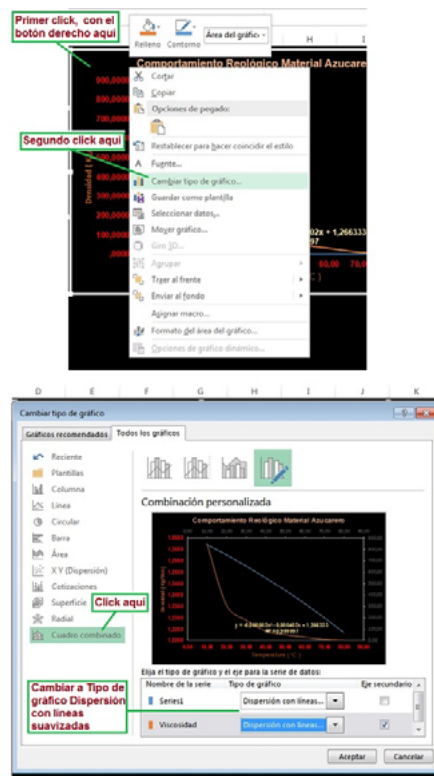


Ilustración 248: dos gráficos de curva con dos ejes Y de diferente escala

- Para incluir ecuación y R al cuadrado de la segunda curva, así como cambio de colores de valores del segundo eje Y, proceder de igual forma como se hizo para la gráfica o curva Temperatura vs Densidad; el gráfico terminado se muestra como la ilustración 249:

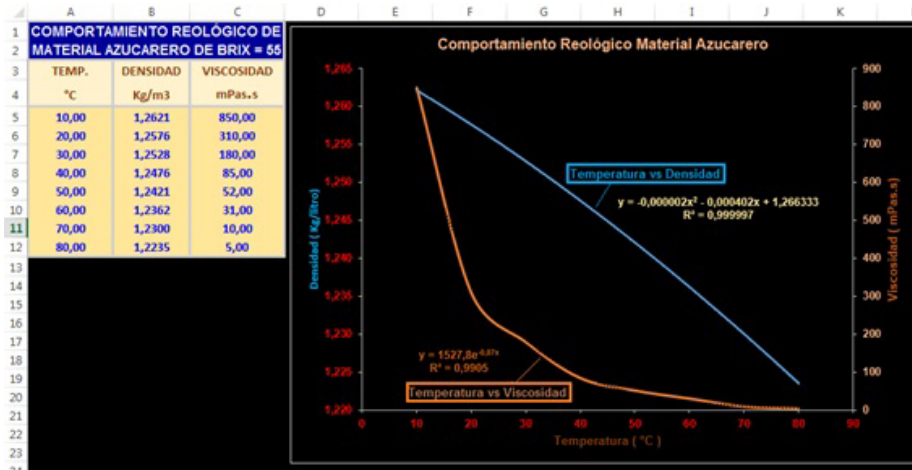


Ilustración 249: gráficas terminadas Temperatura vs Densidad y Temperatura vs Viscosidad

### 3.3. OTROS GRÁFICOS COMBINADOS

En la industria azucarera, existen muchos indicadores que son analizados y discutidos periódicamente en los comités gerenciales. Una forma de hacer el procedimiento es mediante gráfico de barras que puede representar a valores de variables como toneladas de caña molida, tiempo perdido, Pol bagazo, producción de azúcar, etc., combinado con gráfico de líneas que pueden representar la línea base o línea objetivo para valores de las variables mencionadas; un ejemplo de estas gráficas es demostrado en la ilustración 250, de la cual será explicado su diseño:

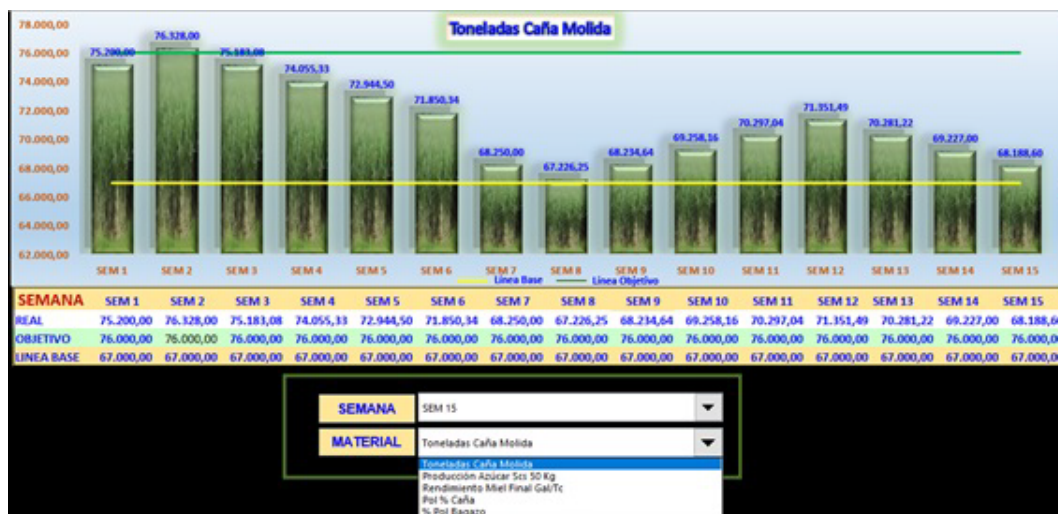


Ilustración 250: gráfico combinado para indicador caña molida por semana para Ingenio Sugar Corp. S. A.



Previo al diseño del gráfico combinado, en una hoja de Excel, utilizando el rango A30:P47, diseñar la tabla indicada en la ilustración 251:

| RESUMEN MENSUAL PRINCIPALES INDICADORES INGENIO SUGAR CORP S.A |                       |          |        |                             |          |         |                               |          |      |            |          |      |              |          |      |
|--|-----------------------|----------|--------|-----------------------------|----------|---------|-------------------------------|----------|------|------------|----------|------|--------------|----------|------|
| SEMANA   | TONELADAS CAÑA MOLIDA |          |        | PRODUCCIÓN AZÚCAR SCS 50 KG |          |         | RENDIMIENTO MIEL FINAL GAL/TC |          |      | POL % CAÑA |          |      | % POL BAGAZO |          |      |
|  | REAL                  | OBJETIVO | BASE   | REAL                        | OBJETIVO | BASE    | REAL                          | OBJETIVO | BASE | REAL       | OBJETIVO | BASE | REAL         | OBJETIVO | BASE |
| SEM 1  | 75.200                | 76.000   | 67.000 | 124.080,00                  | 145.000  | 132.000 | 5,68                          | 5,5      | 6,0  | 10,44      | 12,0     | 11,0 | 3,50         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 2  | 76.328                | 76.000   | 67.000 | 130.520,88                  | 145.000  | 132.000 | 5,71                          | 5,5      | 6,0  | 10,70      | 12,0     | 11,0 | 3,10         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 3  | 75.183                | 76.000   | 67.000 | 130.818,56                  | 145.000  | 132.000 | 5,74                          | 5,5      | 6,0  | 10,77      | 12,0     | 11,0 | 2,75         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 4  | 74.055                | 76.000   | 67.000 | 131.077,94                  | 145.000  | 132.000 | 5,77                          | 5,5      | 6,0  | 10,84      | 12,0     | 11,0 | 2,42         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 5  | 72.945                | 76.000   | 67.000 | 131.300,11                  | 145.000  | 132.000 | 5,80                          | 5,5      | 6,0  | 10,91      | 12,0     | 11,0 | 2,32         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 6  | 71.850                | 76.000   | 67.000 | 132.923,12                  | 145.000  | 132.000 | 5,85                          | 5,5      | 6,0  | 11,09      | 12,0     | 11,0 | 2,12         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 7  | 68.250                | 76.000   | 67.000 | 129.675,00                  | 145.000  | 132.000 | 5,90                          | 5,5      | 6,0  | 11,27      | 12,0     | 11,0 | 2,00         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 8  | 67.226                | 76.000   | 67.000 | 131.091,19                  | 145.000  | 132.000 | 5,95                          | 5,5      | 6,0  | 11,45      | 13,0     | 12,0 | 1,98         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 9  | 68.235                | 76.000   | 67.000 | 135.104,59                  | 145.000  | 132.000 | 5,98                          | 5,5      | 6,0  | 11,79      | 13,0     | 12,0 | 2,00         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 10   | 69.258                | 76.000   | 67.000 | 139.208,91                  | 145.000  | 132.000 | 6,01                          | 5,5      | 6,0  | 12,04      | 13,0     | 12,0 | 2,12         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 11   | 70.297                | 76.000   | 67.000 | 143.405,95                  | 145.000  | 132.000 | 6,04                          | 5,5      | 6,0  | 12,23      | 13,0     | 12,0 | 2,26         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 12   | 71.351                | 76.000   | 67.000 | 147.697,59                  | 145.000  | 132.000 | 6,07                          | 5,5      | 6,0  | 12,62      | 13,0     | 12,0 | 2,65         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 13   | 70.281                | 76.000   | 67.000 | 147.590,56                  | 145.000  | 132.000 | 6,10                          | 5,5      | 6,0  | 12,85      | 13,0     | 12,0 | 2,85         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 14   | 69.227                | 76.000   | 67.000 | 147.453,51                  | 145.000  | 132.000 | 6,13                          | 5,5      | 6,0  | 13,08      | 13,0     | 12,0 | 2,82         | 2,0      | 2,5  |
| SEM 15   | 68.189                | 76.000   | 67.000 | 148.651,14                  | 145.000  | 132.000 | 6,18                          | 5,5      | 6,0  | 13,44      | 13,0     | 12,0 | 2,36         | 2,0      | 2,5  |

Ilustración 251: tabla resumen mensual de principales indicadores Ingenio Sugar Corp. S. A.

Como siguiente paso, verificar si en la barra de menú de Excel está habilitada la herramienta Desarrollador; caso contrario, seguir los siguientes pasos para su habilitación:

- En la barra de menú, hacer clic en la pestaña Archivo.
- Hacer clic en Opciones.
- Hacer clic en Personalizar la cinta de opciones.
- En el bloque de Pestañas principales, activar la casilla Desarrollador.

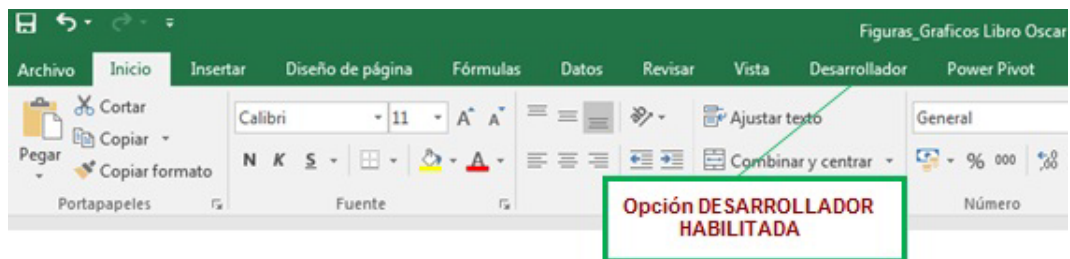


Ilustración 252: opción DESARROLLADOR, habilitada en la barra de menú de Excel

Entre las funciones Excel a utilizarse en el diseño, además de las funciones estudiadas en capítulos anteriores, son necesarias las siguientes: La función INDIRECTO cuya sintaxis es:

#### Sintaxis de la función INDIRECTO

INDIRECTO(ref; [a1])

Ilustración 253: sintaxis de la Función INDIRECTO

Permite definir la referencia a una celda o a un rango de celdas.

De donde:

**ref:** cadena de texto que hace referencia a la celda de tipo A1 o F1C1.

**[a1]:** Opcional: valor lógico. Verdadero para referencia de celda tipo A1 y falso para referencia de celda F1C1.

Ejemplo 1: al Ingresar en la celda E77, el texto D72 y escribiendo en la celda E78 la función =INDIRECTO(E77), el resultado de esta función será el valor que se encuentra en la celda D72; esto es 75.200,00. El mismo resultado es obtenido con la función =INDIRECTO("D72").

| SEMANA     | SEM 1     | SEM 2     | SEM 3     |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| REAL       | 75.200,00 | 76.328,00 | 75.183,08 |
| OBJETIVO   | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 |
| LINEA BASE | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 |

Cell D73: 75.200,00  
Cell E78: 75.200,00

Ilustración 254: resultado de aplicación de función INDIRECTO para ejemplo 1

| SEMANA     | SEM 1     | SEM 2     | SEM 3     |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| REAL       | 75.200,00 | 76.328,00 | 75.183,08 |
| OBJETIVO   | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 |
| LINEA BASE | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 |

Cell F77: 75,00  
Cell F78: 67.000,00

Ilustración 255: resultado de aplicación de función INDIRECTO para ejemplo 2

Ejemplo 2: en la celda F77, escribir 75 y en la celda F78 ingresar la función =INDIREC-TO("D"&F77), el resultado de esta función mostrará el valor de la celda D75, esto es 67.000,00.

Para la función CHARACTER, su sintaxis es:

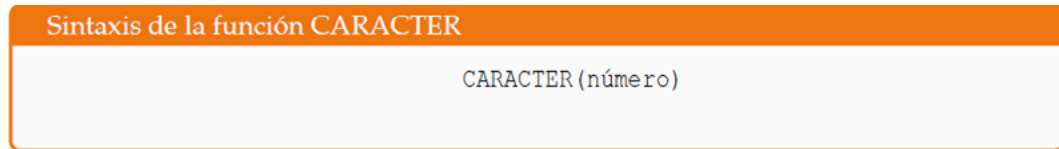


Ilustración 256: sintaxis de la Función CHARACTER

Devuelve el caracter correspondiente al número asignado en el juego de caracteres que utiliza el computador.

**número:** valor entre 0 y 255 que corresponde al número del carácter a mostrarse.

Ejemplos: en una celda de Excel, escribir =CHARACTER(65) y la función devolverá la letra A. La función =CHARACTER(88) devolverá la letra X y la función =CARACTER(52) devolverá el número 4 en caracter.

Para la función CODIGO, su sintaxis es:

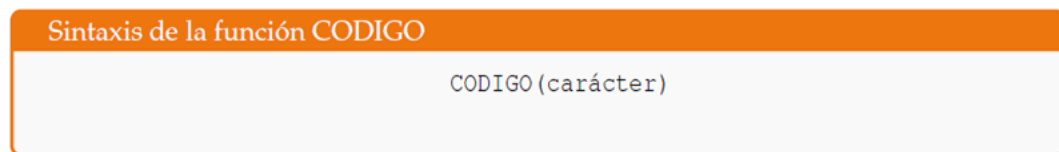


Ilustración 257: sintaxis de la Función CODIGO

Devuelve el número asignado al carácter en el juego de caracteres que utiliza el computador.

**texto:** una letra o caracter del cual se obtendrá el número asignado en el juego de caracteres del equipo.

Ejemplos: en cualquier celda de Excel, escribir =CODIGO("A") y la función devolverá el número 65. La función =CODIGO("b") devolverá el número 98 y la función =CODIGO("8") devolverá el número 56.

Continuando con el diseño, en el rango de celdas C72:D75 llenar con los textos y formatos indicados, así también crear dos cuadros de texto para las etiquetas SEMANA y MATERIAL.



Ilustración 258: rellenando celdas C72:D75 con textos y formatos y creando cuadros de textos

También, rellenar el rango de celdas A87:A91 con los textos “Toneladas caña Molida”, “Producción Azúcar Scs 50 Kg”, “Rendimiento Miel Final Gal/Tc”, “Pol%Caña” y “% Pol Bagazo”. El siguiente paso consiste en crear dos cuadros combinados; para este fin, en la barra de menú de Excel hacer clic en la herramienta DESARROLLADOR, luego clic en Insertar y clic en el control Cuadro combinado (control de formulario) y, consecutivamente, arrastrando el mouse en un área de la hoja de cálculo, dibujar el respectivo cuadro combinado, de igual forma proceder para el segundo cuadro combinado.

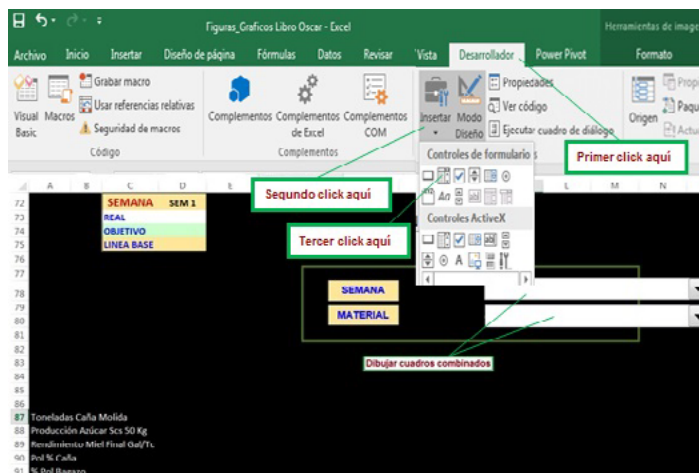


Ilustración 259: creando dos cuadros combinados con la herramienta DESARROLLADOR

Ahora, hacer clic con el botón derecho de mouse sobre el primer cuadro combinado y despliega su menú emergente; hacer clic en Formato de control y clic en la pestaña Control y, en el cuadro de texto Rango de entrada, escribir A33 :A47 (en estas celdas están las etiquetas de las semanas, Tabla resumen mensual) , en el cuadro de texto Vincular con celda escribir \$J\$78, que permitirá escribir un valor en la celda J78 dependiendo de la semana seleccionada; por ejemplo, si selecciona la Sem6, Excel escribirá en la celda J78 el valor de 6. Hacer clic en el botón Aceptar.

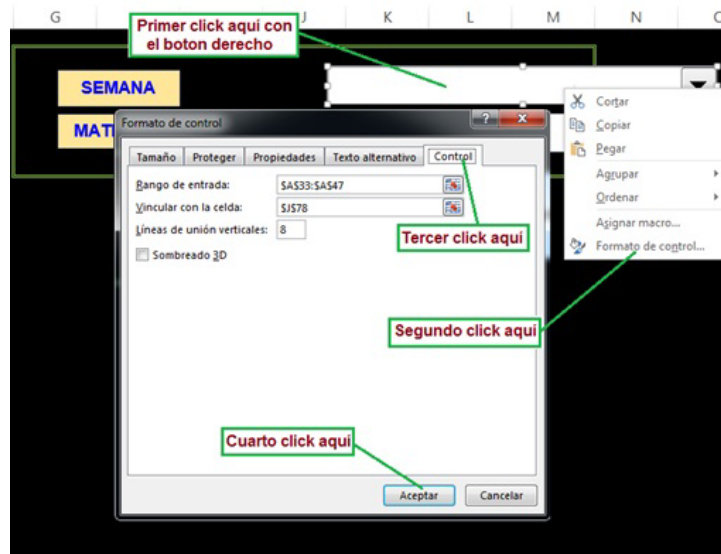


Ilustración 260: programando Control Combinado para Semana

Para el segundo cuadro combinado, proceder de similar forma que para el primero, solo cambiando los valores de los cuadros de texto de Rango de entrada a \$A\$87:\$A\$91 y Vincular con celda a \$J\$80.

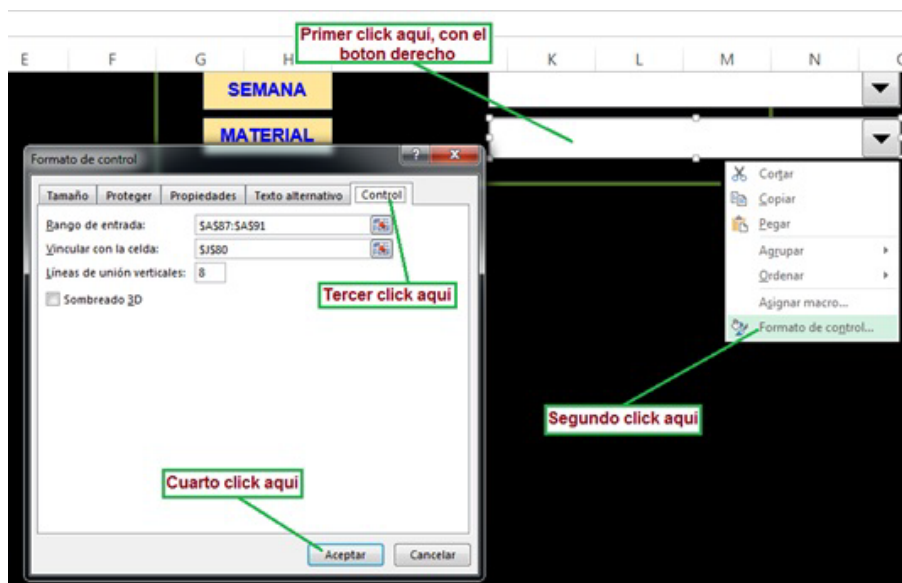


Ilustración 261: programando Control Combinado para Material

Una vez concluida la programación de los dos controles combinados, su diseño se mostrará como la ilustración 261. Nótese que, al seleccionar Sem3 y Producción Azúcar Scs 50 kg, en las celdas J78 y J80, se muestran los valores 2 y 3 que corresponden a la ubicación de las opciones en el control combinado, respectivamente.



Ilustración 262: diseño de controles combinados para Semana y Material

Como fórmulas auxiliares que permitirán seleccionar datos puntuales o específicos de la Tabla resumen mensual de la ilustración 251, escribir en la celda K80 la fórmula:

`=SI(J80=1;"B";SI(J80=2;"E";SI(J80=3;"H";SI(J80=4;"K";"N"))))`

En la celda L80, escribir la fórmula `=INDIRECTO("A"&(86+J80))` que devolverá el título de la opción seleccionada con base en la lista del rango A87:A91 creada anteriormente. Las fórmulas creadas mostrarán como la ilustración 263:

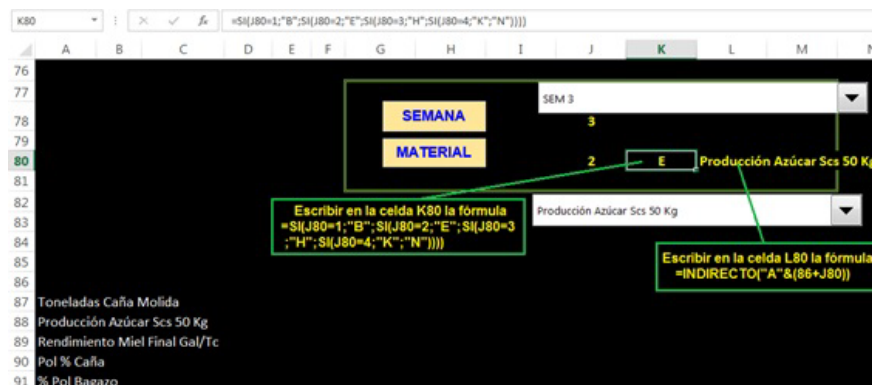


Ilustración 263: escribiendo fórmulas auxiliares en celdas K20 y L20

Complementando los datos para la gráfica, en la celda E72 escribir la fórmula `=SI(J78>=2;"SEM 2";"")`, en la celda F72 escribir la fórmula `=SI(J78>=3;"SEM 3";"")`, en la celda G72 la fórmula `=SI(J78>=4;"SEM 4";"")` y así hasta la semana 15 que estará ubicada en la celda R72 con la fórmula `=SI(J78>=15;"SEM 15";"")`. El usuario debe tener presente que en la celda J78 está ubicado el valor de la selección de la semana, mediante el control combinado definido anteriormente e indicado en la ilustración 262.

Para evitar que las etiquetas de las semana superiores a la semana seleccionada estén visibles, se procede a realizar un formateo condicional; así, por ejemplo, en la selección de la semana es 6 no deben estar visibles las etiquetas desde la semana 7 a la semana 15 y para esto formatear condicionalmente la celda K72 que corresponde a la semana 8, así como las celdas adyacentes, siguiendo los procedimientos indicados en el capítulo 1, de tal manera que su formato vea como la ilustración 264:

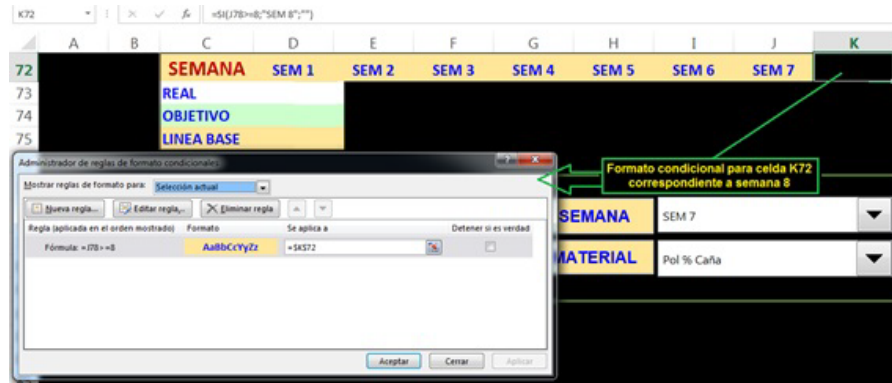


Ilustración 264: aplicando formato condicional a celda K2

Para rellenar los datos de la fila 73 correspondientes a los valores obtenidos en la respectiva semana y etiquetado como REAL, para la semana 1 escribir en la celda D73 la fórmula  $=SI(J78>=1;INDIRECTO(K80&33);\"')$ , para la semana 2 escribir en la celda E73 la fórmula  $=SI(J78>=2;INDIRECTO(K80&34);\"')$ , para la semana 3 escribir en la celda F73 la fórmula  $=SI(J78>=3;INDIRECTO(K80&35);\"')$  y así sucesivamente hasta la semana 15 que corresponde a la fórmula  $=SI(J78>=15;INDIRECTO(K80&47);\"')$  en la celda R73. Para ocultar valores de semanas superiores, proceder con el formateo condicional como el aplicado en el etiquetado de las semanas e indicado en el último párrafo en conjunto con la ilustración 264. Una vez terminados el formateo y la inclusión de fórmulas, el cuadro de valores mirará como la ilustración 265:

| SEMANA     | SEM 1 | SEM 2 | SEM 3 | SEM 4 | SEM 5 | SEM 6 | SEM 7 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| REAL       | 10,44 | 10,70 | 10,77 | 10,84 | 10,91 | 11,09 | 11,27 |
| OBJETIVO   |       |       |       |       |       |       |       |
| LINEA BASE |       |       |       |       |       |       |       |

Ilustración 265: estadísticas incluye Pol%Caña para primeras siete semanas con base en tabla resumen mes a mes.

Para la fila 74 que corresponde a valores etiquetado como OBJETIVO, para la semana 1 escribir en la celda D74 la fórmula:

$SI(J78>=1;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+1)&33);\"')$ , para la semana 2 escribir en la celda E74 la fórmula:

$=SI(J78>=2;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+1)&34);\"')$ , para la semana 3 escribir en la celda F74 la fórmula:

$=SI(J78>=3;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+1)&35);\"')$  y así sucesivamente hasta la semana 15 que corresponde a la fórmula:

$SI(J78>=15;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+1)&47);\"')$  en la celda R74.

Para ocultar valores de semanas superiores, proceder con el formateo condicional.

Para la fila 75, donde están escritos los valores etiquetados como LÍNEA BASE, para la semana 1 escribir en la celda D75 la fórmula:

=SI(J78>=1;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+2)&33);""), para la semana 2 escribir en la celda E75 la fórmula:

=SI(J78>=2;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+2)&34);""), para la semana 3 escribir en la celda F75 la fórmula:

=SI(J78>=3;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+2)&35);""), y así sucesivamente hasta la semana 15 colocando en la celda R75 la fórmula:

=SI(J78>=15;INDIRECTO(CARACTER(CODIGO(K80)+2)&47);"" ). Para ocultar valores de semanas superiores proceder con el formateo condicional.

Una vez ingresados todas las fórmulas y formatos condicionales, el cuadro estadístico para la semana 15 y Pol%Caña se presenta como la ilustración 266, así como para la semana 15 y Toneladas de caña molida como expone la ilustración 267.

| SEMANA     | SEM 1 | SEM 2 | SEM 3 | SEM 4 | SEM 5 | SEM 6 | SEM 7 | SEM 8 | SEM 9 | SEM 10 | SEM 11 | SEM 12 | SEM 13 | SEM 14 | SEM 15 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| REAL       | 10,44 | 10,70 | 10,77 | 10,84 | 10,91 | 11,09 | 11,27 | 11,45 | 11,79 | 12,04  | 12,23  | 12,62  | 12,85  | 13,08  | 13,44  |
| OBJETIVO   | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 13,00 | 13,00 | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| LINEA BASE | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00  | 12,00  | 12,00  | 12,00  | 12,00  | 12,00  |

Ilustración 266: cuadro estadístico para quince semanas y Pol%Caña

| SEMANA     | SEM 1     | SEM 2     | SEM 3     | SEM 4     | SEM 5     | SEM 6     | SEM 7     | SEM 8     | SEM 9     | SEM 10    | SEM 11    | SEM 12    | SEM 13    | SEM 14    | SEM 15    |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| REAL       | 75.200,00 | 76.328,00 | 75.183,00 | 74.055,33 | 72.944,50 | 71.850,34 | 68.250,00 | 67.226,25 | 68.234,64 | 69.258,16 | 70.297,04 | 71.351,49 | 70.281,22 | 69.227,00 | 68.188,60 |
| OBJETIVO   | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 | 76.000,00 |
| LINEA BASE | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 | 67.000,00 |

Ilustración 267: cuadro estadístico para quince semanas y Toneladas caña Molida

Con base en este cuadro estadístico, puede elaborarse un gráfico combinado, por ejemplo, de columnas y líneas; para este objetivo, seleccionar el rango D72:R75, seguidamente, en la barra de menú de Excel, hacer clic en la opción Insertar, luego clic en el ícono Insertar gráfico combinado y clic en el ícono Columna agrupada-Línea. El gráfico se verá como la ilustración 268:



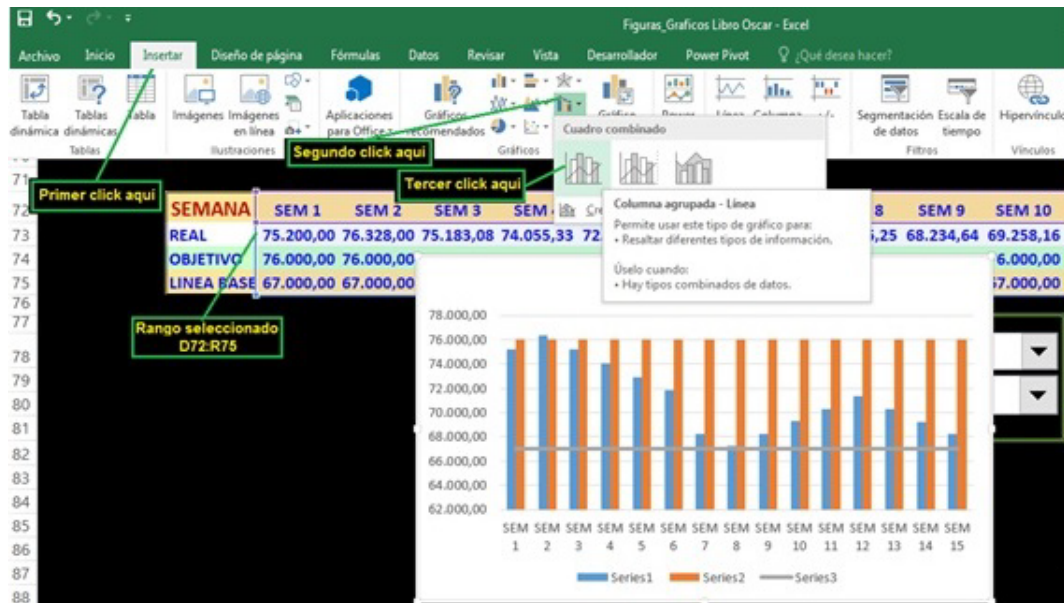


Ilustración 268: creando gráfico combinado de columnas y líneas

En el gráfico creado, la serie 2 está representada por gráfico de columnas y debe estar este representado por una línea. Para cambiarlo, hacer clic con el botón derecho de mouse sobre un área del gráfico y hacer clic en la opción Cambiar tipo de gráfico como indica la ilustración 269:

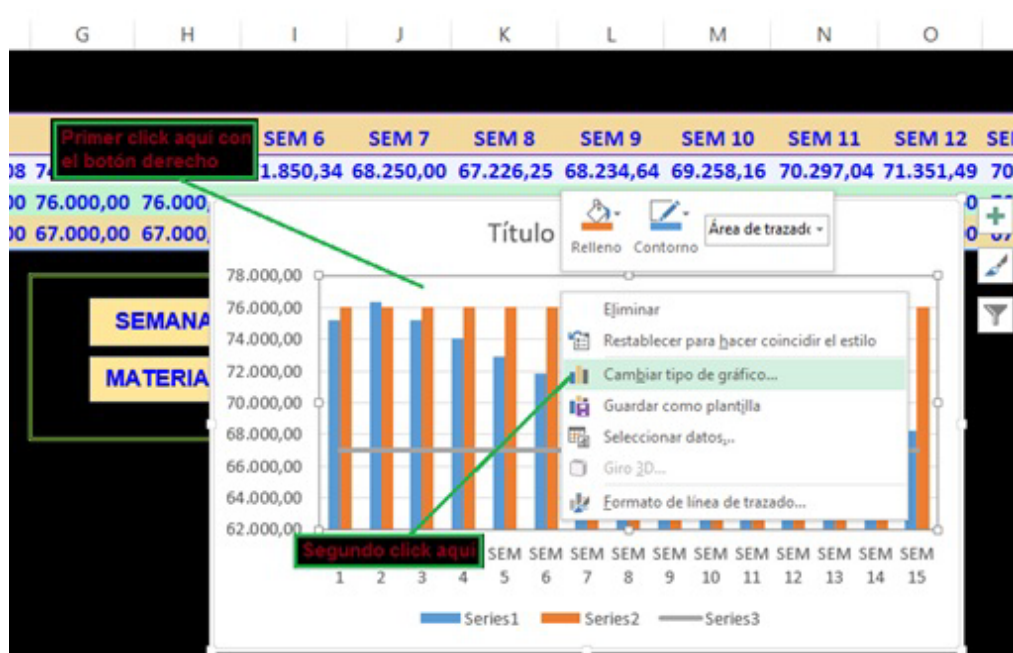


Ilustración 269: cambiando tipo de gráfico combinado

En la ventana Cambiar tipo de gráfico en Series2 y Series3, cambiar Tipo de gráfico a Dispersión con líneas y hacer clic en la tecla Aceptar, tal como indica la ilustración 270:

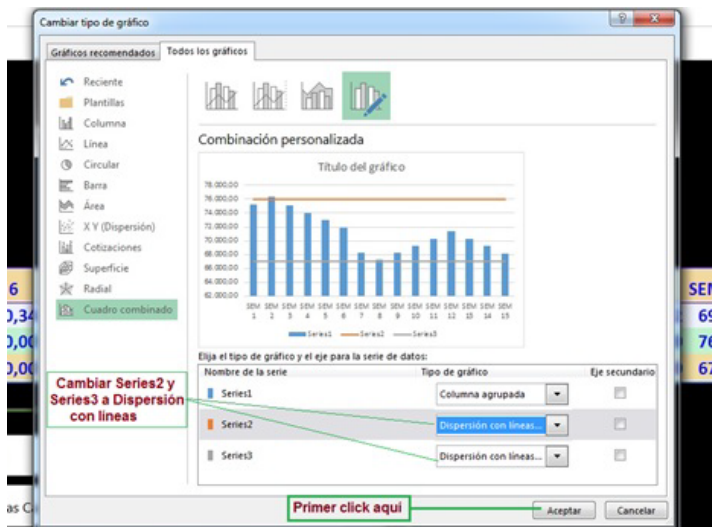


Ilustración 270: cambiando tipo de gráfico combinado

Una vez realizado el cambio, en la serie 2 y arrastrando el gráfico para que ocupe el área comprendida en rango C55:R71, el gráfico queda presentado como la ilustración 271:

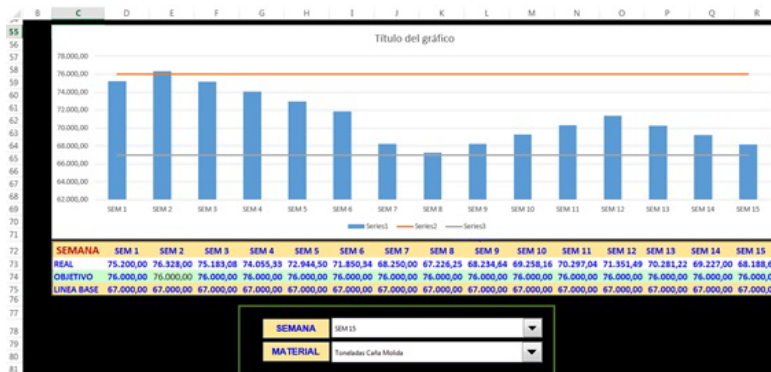


Ilustración 271: cambiando tipo de gráfico combinado

Para vincular el título del gráfico con el correspondiente material, pudiendo ser Toneladas caña Molida, Pol%Caña, Producción Azúcar Scs 50 kg, etc., proceder de la siguiente forma: hacer clic en el área de Título de gráfico y, seguidamente, clic en la barra de fórmulas y escribir la fórmula =Gráficos!\$L\$80, en que la referencia Gráficos corresponde al nombre de la hoja actual y L80 es la celda en donde está ubicado el título del material seleccionado, en este caso Toneladas caña Molida. Finalmente, pulsar la tecla [intro]; el gráfico se verá como las ilustraciones 272 y 273. El usuario debe tener presente que la celda L80 contiene una fórmula que fue definida en párrafos anteriores en conjunto con la ilustración 263.

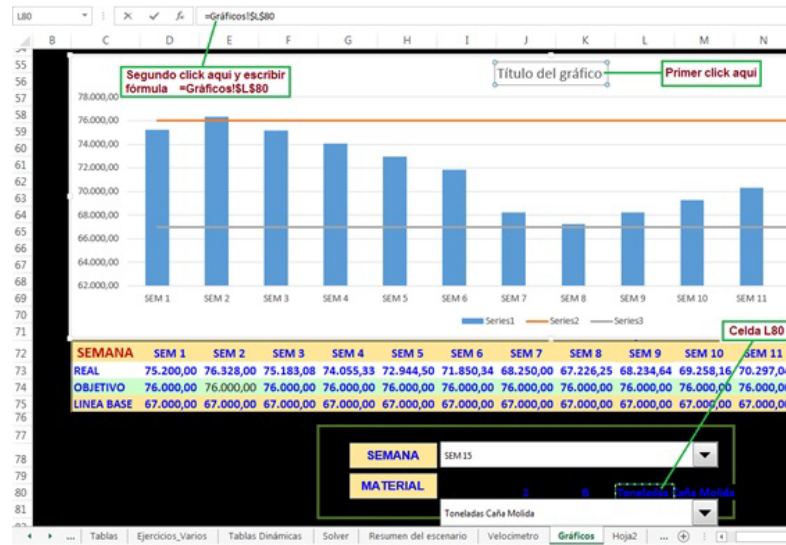


Ilustración 272: vinculando título de gráfico con nombre de material

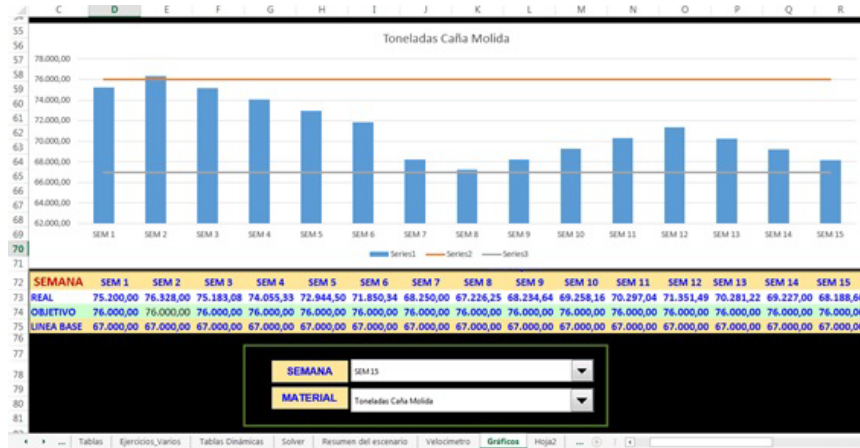


Ilustración 273: resultado de Vincular título de gráfico con nombre de material

Para formatear el texto del eje vertical, hacer clic con el botón derecho del mouse en un área de este eje y emergerá el menú contextual como indica la ilustración 274. Hacer clic en Fuente y, en la ventana Fuente, formatear el texto de acuerdo al diseño del usuario y oprimir la tecla Aceptar, tal como indica la ilustración 274. Para formatear el texto del eje horizontal, proceder de la misma manera que para el eje vertical. E gráfico con los dos ejes formateados se verá como la ilustración 275.

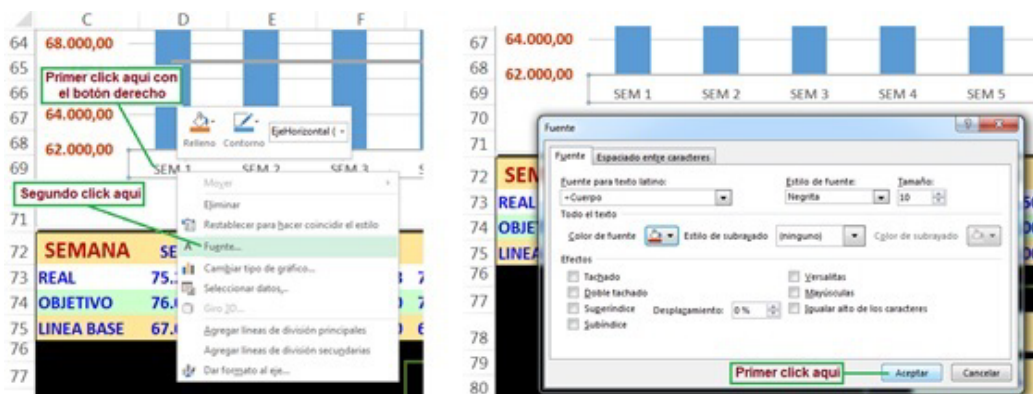


Ilustración 274: formateando Eje Vertical

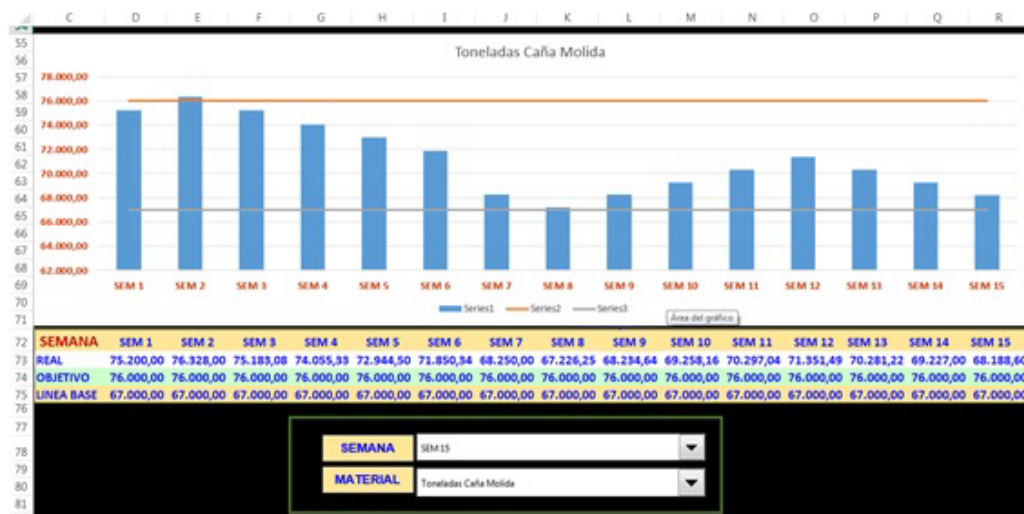


Ilustración 275: gráfico combinado con eje horizontal y vertical formateados

Para cambiar el nombre de las series 1, 2 y 3, mostradas en la zona inferior del gráfico, proceder de la siguiente forma: sobre un área del gráfico, hacer clic con el botón derecho de mouse y emergerá el correspondiente menú contextual; hacer clic en la opción Seleccionar datos como indica ilustración 276.

En la ventana Seleccionar origen de datos, hacer en el nombre de la serie a cambiar el nombre y, consecutivamente, clic en el botón Modificar y cambiar su nombre; de la misma forma proceder para las dos series restantes. Una vez realizados los cambios, hacer clic en el botón Aceptar. La ventana mostrará como la ilustración 276:

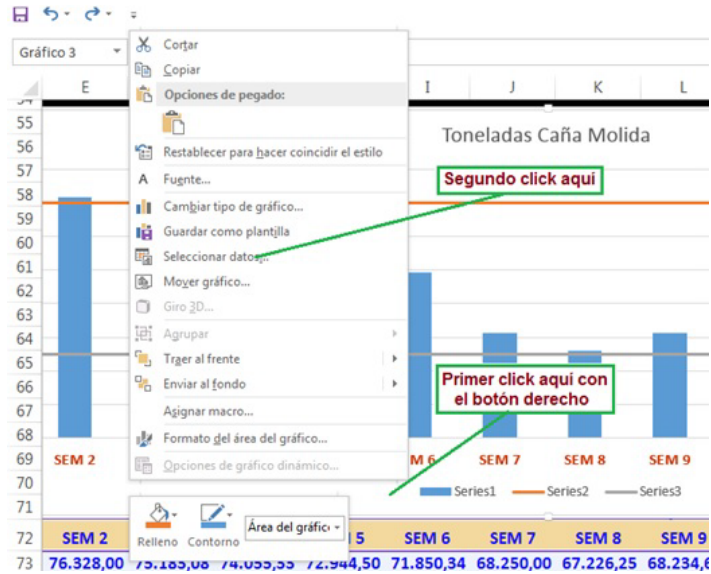


Ilustración 276: cambiando nombre a las series 1, 2 y 3

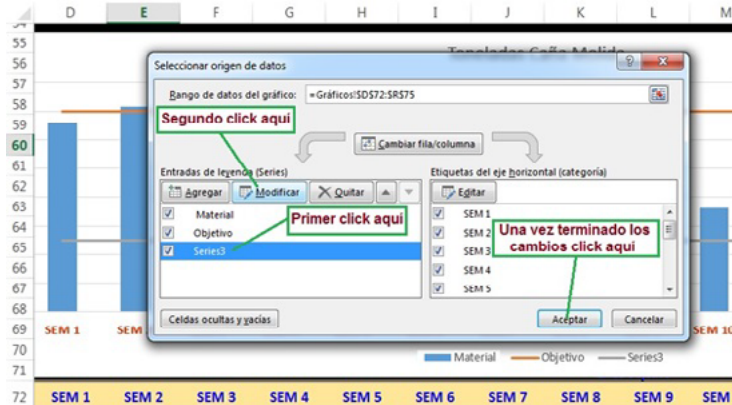


Ilustración 277: cambiando nombre a las series 1, 2 y 3

Ahora, para cambiar de ancho y color de la línea Objetivo, hacer clic con el botón derecho de mouse sobre la línea objetivo y emergerá el consiguiente menú contextual, hacer clic en la opción Dar formato a serie de datos.

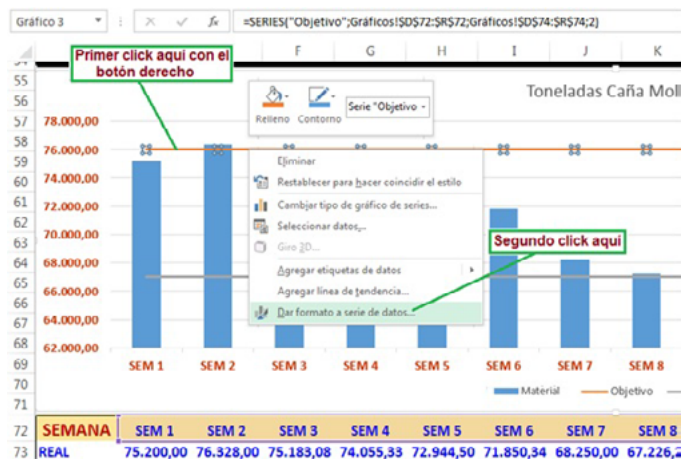


Ilustración 278: cambiando ancho y color de línea Objetivo

En la sección Formato de serie de datos, hacer clic en el ícono Relleno y línea cambiar el color a verde y, en ancho de la línea, a 2.75 puntos, como muestra la ilustración 279, y cerrar la sección.

En el cambio de ancho y color de la Línea Base, proceder de forma similar que para la línea Objetivo. El gráfico con los cambios de ancho y color de la línea Objetivo y la Línea base se presentarán como la ilustración 280:

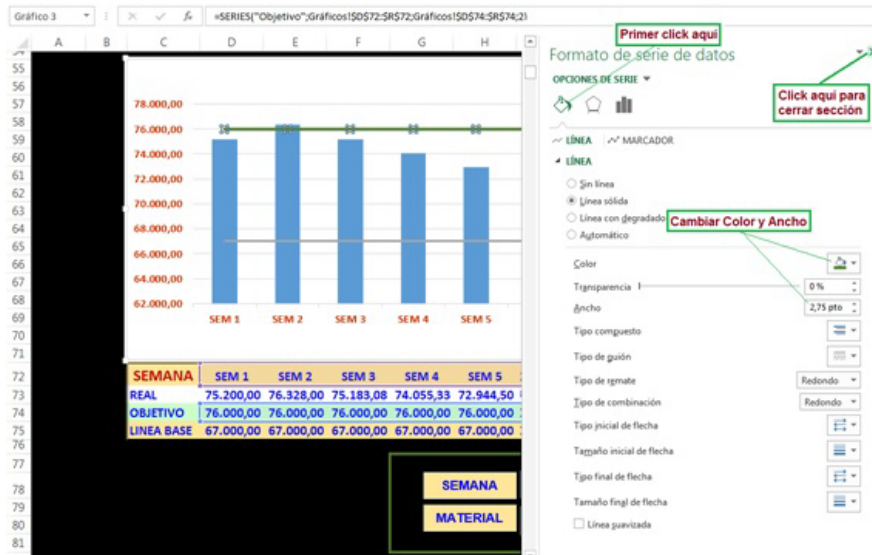


Ilustración 279: cambiando ancho y color de línea Objetivo

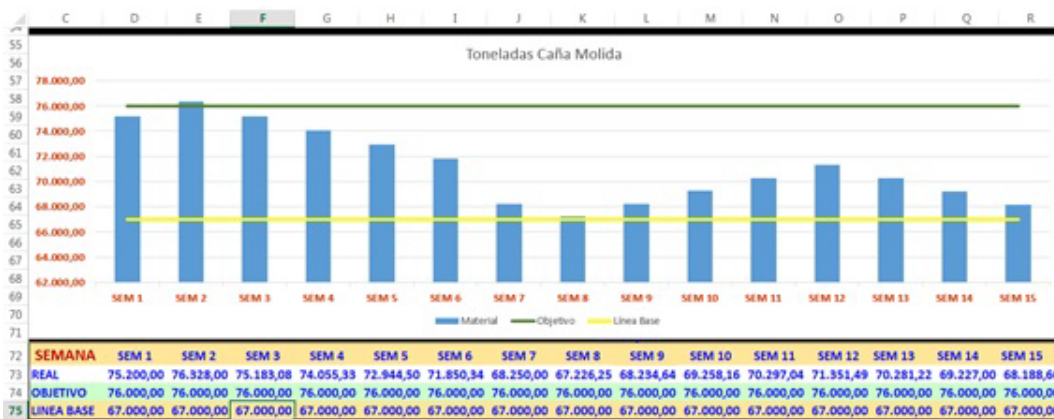


Ilustración 280: nuevo ancho y color de línea Objetivo y Línea Base

Si es necesario cambiar de color o relleno de cada una de las columnas del gráfico, hacer clic con el botón derecho del mouse sobre cualquiera de sus columnas o barras y presentará el respectivo menú contextual. Hacer clic en el ícono Relleno y clic en la opción Imagen, como indica la ilustración 281.

En la ventana Insertar imagen, seleccionar de la biblioteca de imágenes del usuario la que corresponda al interés del usuario o del gráfico, tal como indica la ilustración 282. Finalmente, oprimir tecla Insertar para proceder a la inserción y el gráfico con el nuevo relleno muestra como la ilustración 283.

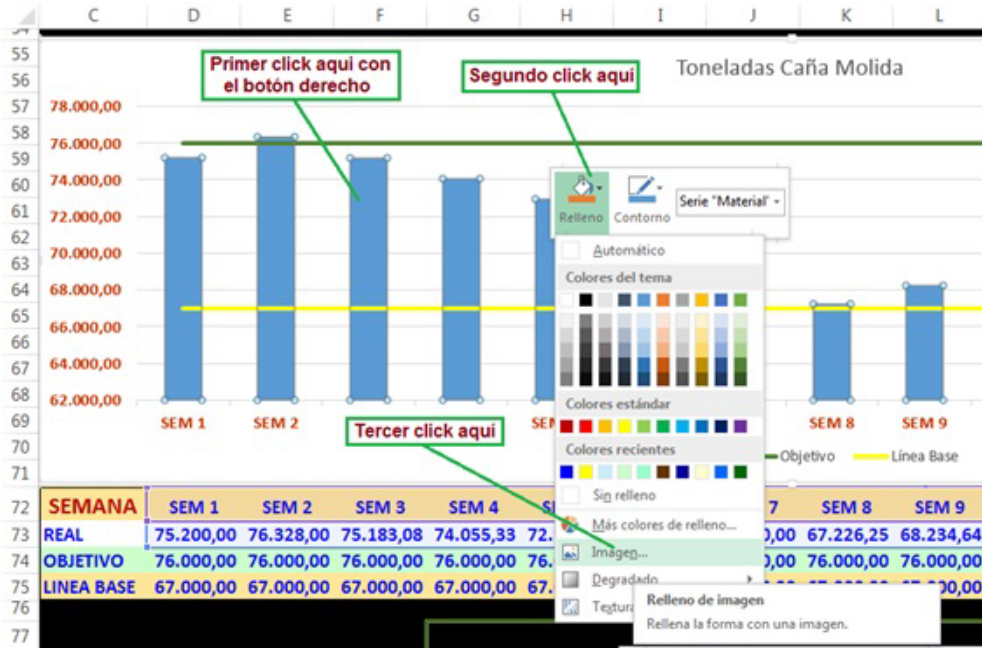


Ilustración 281: cambiando de color o relleno de columnas o barras del gráfico

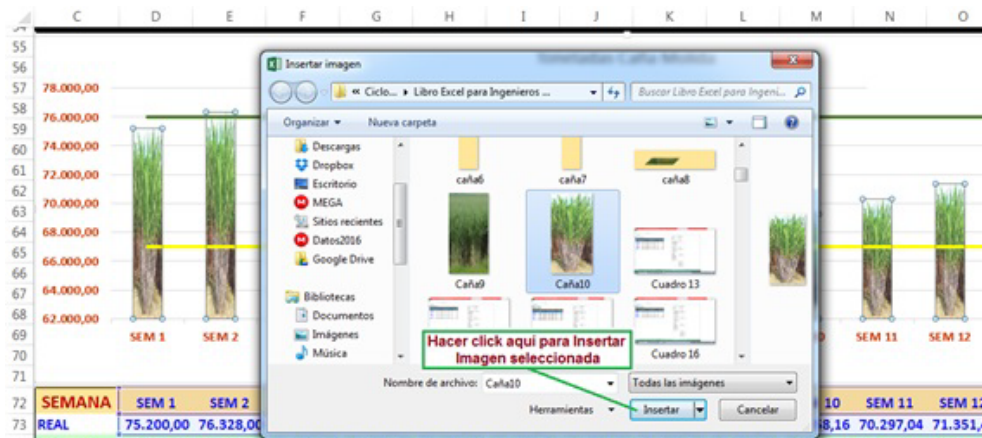


Ilustración 282: rellenando columnas con Imagen del usuario

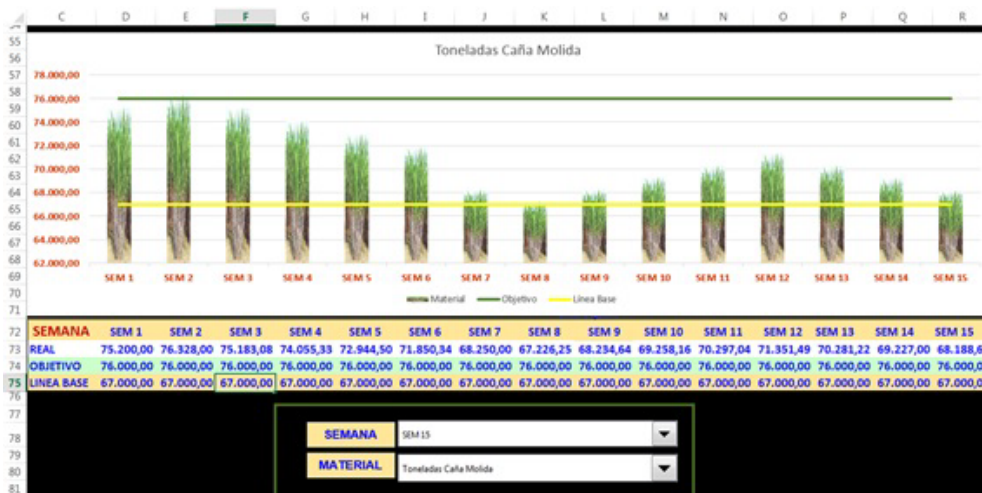


Ilustración 283: gráfico con relleno de imagen en las columnas o barras

Puede agregarse la etiqueta de dato en cada una de las columnas, haciendo clic con el botón derecho de mouse sobre cualquiera de las columnas o barras y, en el consiguiente menú contextual, hacer clic en la opción Agregar etiqueta de datos, como indica la ilustración 284. Para formatear la etiqueta de datos, hacer clic sobre una etiqueta y utilizando las herramientas proceder a su formato. La gráfica con etiqueta de datos formateada se verá como la ilustración 285.

Como ejercicio para el usuario o lector, es dejado el formato de fondo de gráfico, así como el formato de los títulos; esta tarea es sumamente sencilla utilizando las diferentes herramientas ya vistas en este capítulo. El gráfico concluido para el resumen mensual de principales indicadores Ingenio Sugar Corp. S. A. se presentará como la ilustración 286:

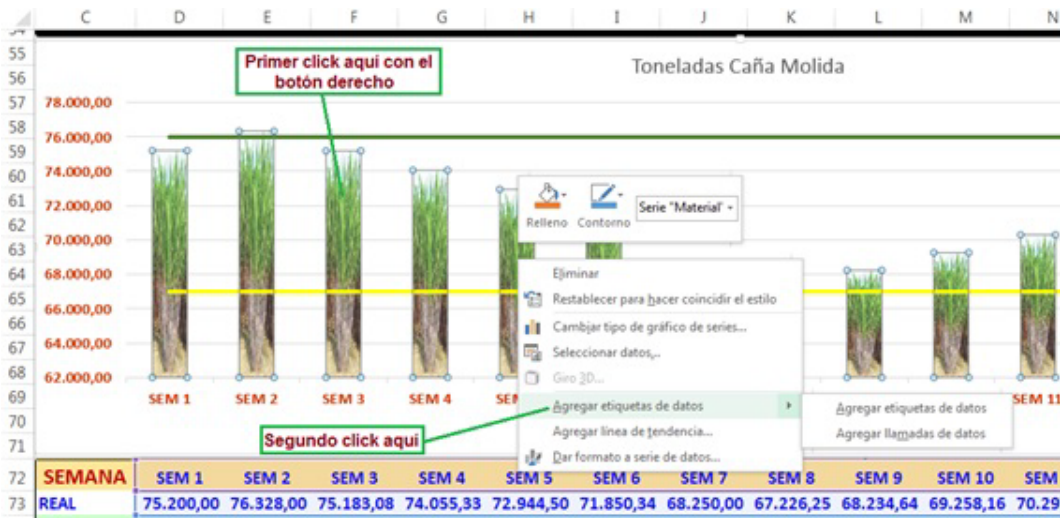


Ilustración 284: agregando etiqueta de datos en las columnas o barras

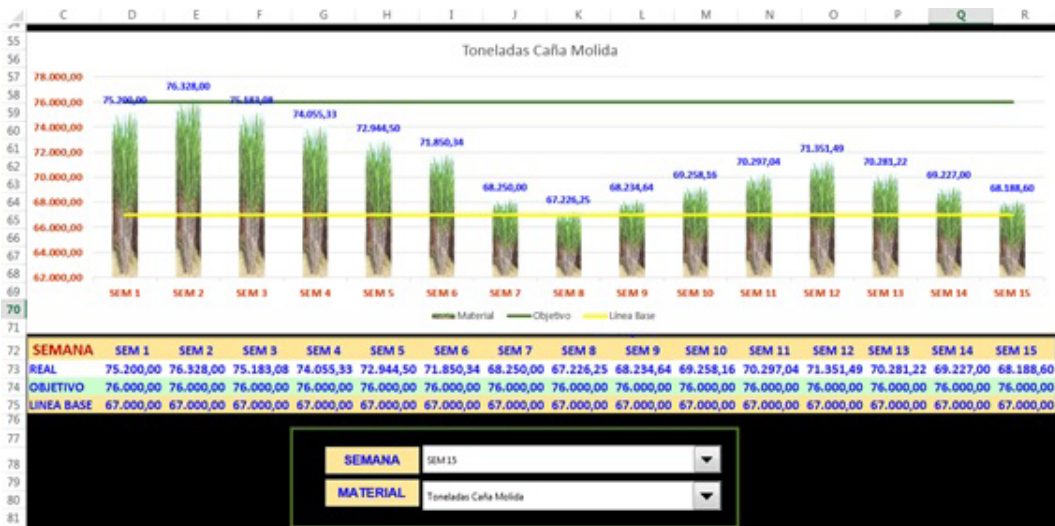


Ilustración 285: gráfico con etiqueta de datos formateado en cada columna



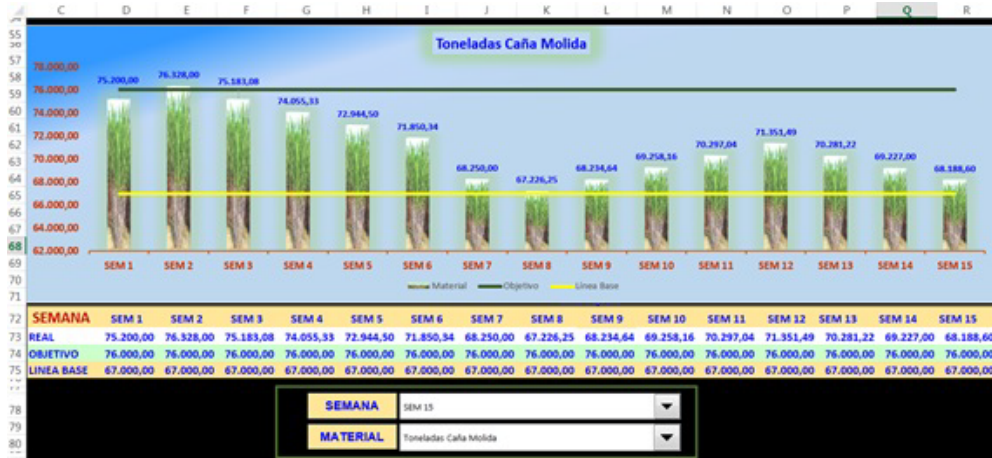


Ilustración 286: gráfico para resumen mensual de principales indicadores Ingenio Sugar Corp. S. A.

### 3.4. GRÁFICOS DE VELOCÍMETROS

Otras de las aplicaciones de las herramientas gráficas que dispone Excel son las utilizadas en el diseño de velocímetros, por medio de gráficos en forma de instrumentos de medición reales, similares a los que disponen los vehículos o maquinaria para medir velocidad, presión, temperatura, etc. La variable de control utilizada en el velocímetro puede ser cualquier indicador de interés para el control de los procesos en los ingenios.

Entre las opciones para el uso de velocímetros en Excel pueden destacarse dos opciones:

- a) Diseño del velocímetro por el usuario, mediante el uso de gráficos combinados; un ejemplo de este velocímetro puede ver como la ilustración 287.
- b) Utilizando la aplicación de gauge de la tienda de Office, válido para Excel 2013 y posteriores.



Ilustración 287: ejemplo de velocímetro con herramientas de Excel

c) En el diseño del velocímetro por parte del usuario implica la combinación de un gráfico de anillo con un gráfico de dispersión; a continuación, el detalle de su diseño.

- Para el gráfico de anillo, según el número de sectores, en la hoja de Excel en que irá insertado el velocímetro, en cualquiera de las columnas rellenar con el valor 1 en número de celdas en función del número de sectores; para el ejemplo, estarán rellenas tres celdas y la cuarta celda con la sumatoria de estos. En la columna adjunta, colocar los valores proporcionales de la variable que quiere medirse; para el ejemplo, será las 15.000 toneladas de caña molida, tal como indica la ilustración 288.
- Para el gráfico de dispersión, son necesarios dos puntos, el punto inicial tendrá los valores de cero tanto para el valor de X como para el valor de Y. Para el segundo punto, que describirá una trayectoria semicircular, la celda que contendrá el valor de X deberá llevar una fórmula trigonométrica, en este caso la función coseno que, en conjunto con la celda, llevará el valor de Y que representará la función seno, tal como indica la ilustración 289. Para definir la trayectoria, también puede utilizarse la ecuación de una circunferencia.

|   | A                                     | B               | C | D |
|---|---------------------------------------|-----------------|---|---|
| 1 | <b>Datos para Gráfico de Sectores</b> |                 |   |   |
| 2 | <b>Toneladas</b>                      | <b>Sectores</b> |   |   |
| 3 | 5.000                                 | 1               |   |   |
| 4 | 10.000                                | 1               |   |   |
| 5 | 15.000                                | 1               |   |   |
| 6 | 20.000                                | 3               |   |   |

Ilustración 288: diseño de cuadro de datos para gráfico de anillo

|    | A                                       | B               | C          | D | E |
|----|---|-----------------|------------|---|---|
| 1  | <b>Datos para Gráfico de Sectores</b>   |                 |            |   |   |
| 2  | <b>Toneladas</b>                        | <b>Sectores</b> |            |   |   |
| 3  | 5.000                                   | 1               |            |   |   |
| 4  | 10.000                                  | 1               |            |   |   |
| 5  | 15.000                                  | 1               |            |   |   |
| 6  | 20.000                                  | 3               |            |   |   |
| 7  |   |                 |            |   |   |
| 8  | <b>Datos para Gráfico de Dispersión</b> |                 |            |   |   |
| 9  |   | <b>X</b>        | <b>Y</b>   |   |   |
| 10 | <b>Dato Inicial</b>                     | 0               | 0          |   |   |
| 11 | <b>Dato Final</b>                       | 0,591168888     | 0,80654779 |   |   |
| 12 |   |                 |            |   |   |
| 13 | <b>Ingrese las Ton_ Caña Molida</b>     |                 | 10520      |   |   |

Ilustración 289: diseño de cuadro de datos para gráfico de dispersión

- El siguiente paso consiste en generar el gráfico de anillo, para lo que se selecciona el rango B3:B6. En la barra de menú, hacer clic en INSERTAR y seleccionar Insertar gráfico circular o de anillo y clic en la opción Anillo. El gráfico se verá como la ilustración 290:

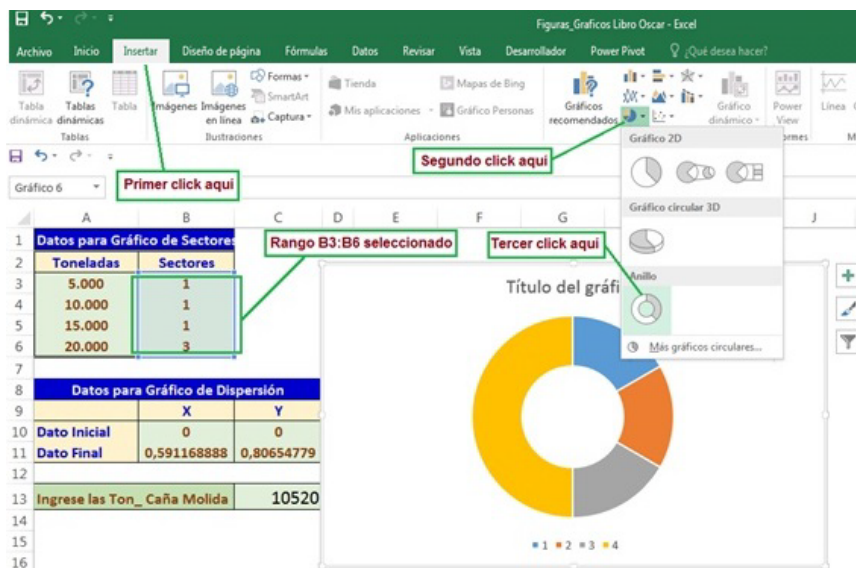


Ilustración 290: diseñando gráfico de anillo

- Seguidamente, con el puntero sobre el gráfico de anillo, hacer clic con el botón derecho del mouse y emergerá el menú contextual correspondiente. Hacer clic en opción Dar formato a serie de datos, como la ilustración 291, y desplegará la sección Formato de serie de datos. En la opción Ángulo del primer sector, escribir 270; esto permitirá que los sectores giren hacia la nueva posición indicada en la ilustración 292:

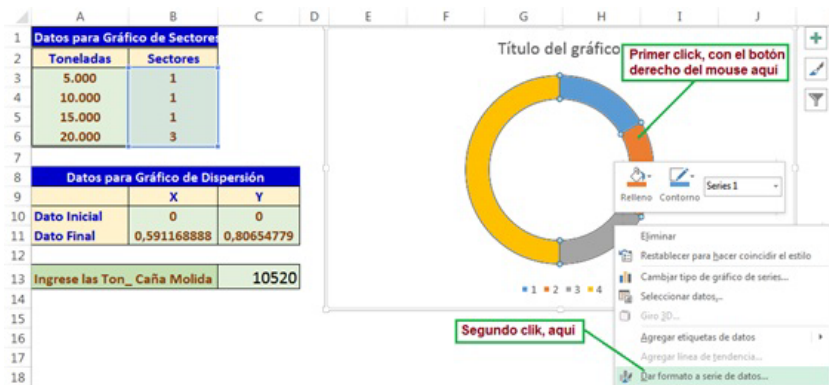


Ilustración 291: formateando la serie de datos



Ilustración 292: girando los sectores mediante Ángulo del primer sector

Hacer clic en el ícono de Relleno y línea, y, en la opción BORDE, seleccionar Sin línea. Hacer clic en el sector azul y, en la opción RELLENO, seleccionar Relleno con degradado. En la opción Puntos de degradado, seleccionar los colores rojo y amarillo y, con los delimitadores, obtener el degradado de acuerdo a las necesidades del usuario, tal como indica la Ilustración 293. Para los sectores restantes, proceder de forma similar a la indicada para el sector azul, pero seleccionando los colores que correspondan. Una vez realizados los rellenos de los sectores, el gráfico será como la ilustración 293:

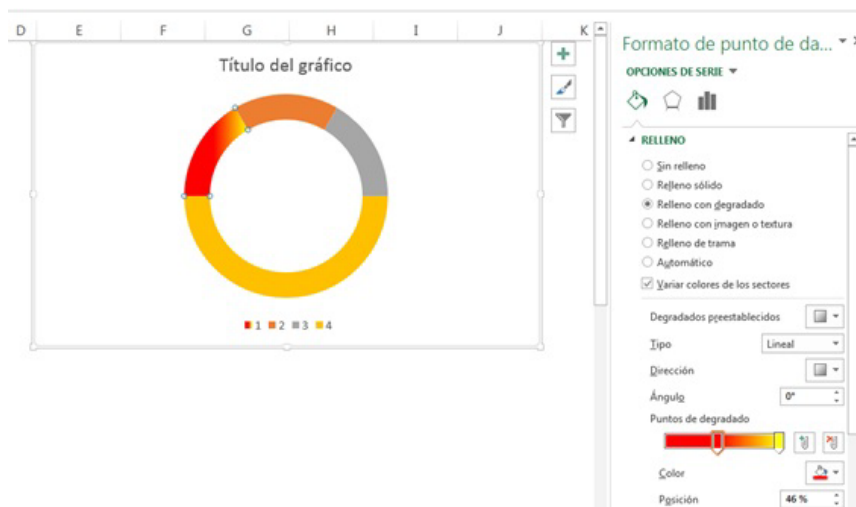


Ilustración 293: rellenando los cuatro sectores del gráfico de anillo

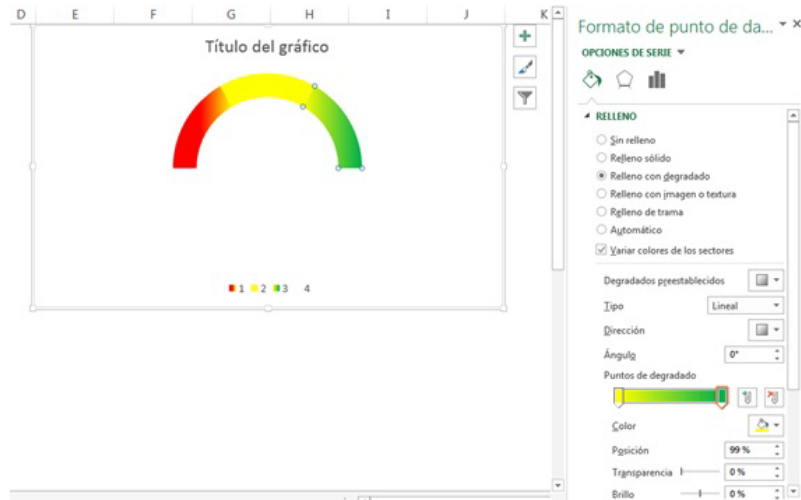


Ilustración 294: gráfico de anillo con los tres sectores del velocímetro

- El siguiente paso consiste en el diseño de la aguja del velocímetro; para este propósito, con el puntero sobre gráfico, hacer clic con el botón derecho de mouse y emergerá el menú contextual correspondiente, como indica la ilustración 295. A continuación, hacer clic en la opción Seleccionar origen de datos, y en la ventana Seleccionar origen de datos, hacer clic en la opción Agregar para añadir una nueva serie de datos, como indica la ilustración 296.



Ilustración 295: iniciando diseño de aguja del velocímetro

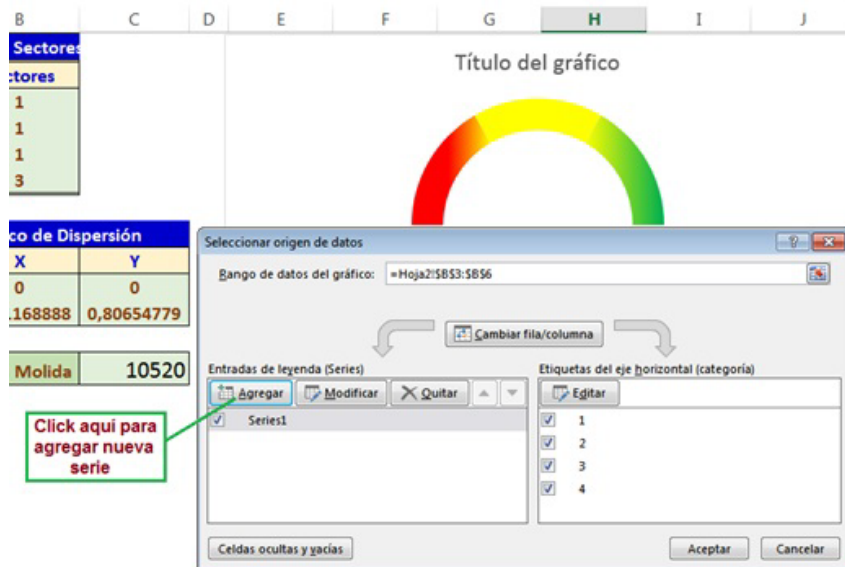


Ilustración 296: agregando nueva serie de datos para graficar aguja de velocímetro

- En la ventana Modificar serie, en el cuadro de texto Nombre de la serie, escribir Aguja y el cuadro de texto Valores de la serie señalar el rango B10:B11 de la hoja correspondiente, como indica la ilustración 297. Luego, clic en el botón Aceptar para ingresar estos valores y, posteriormente, clic en el botón Aceptar de la Ventana Seleccionar origen de datos para cerrarla.

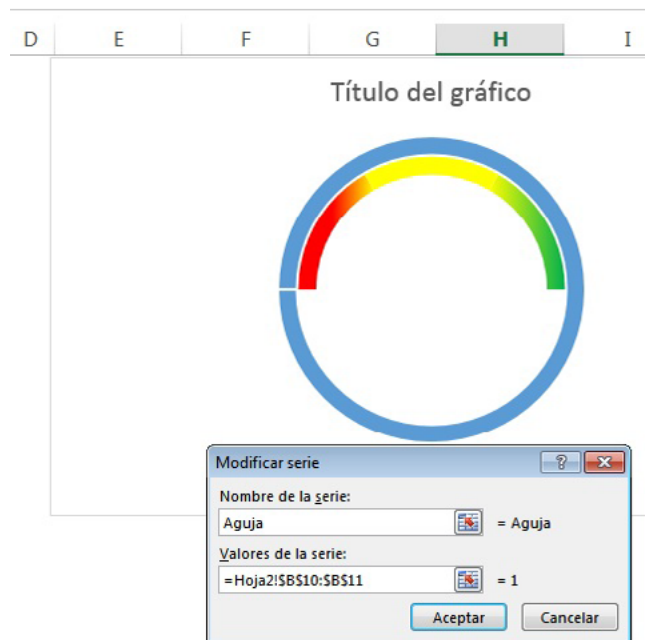


Ilustración 297: ingresando serie para graficar aguja de velocímetro

Sobre el gráfico, hacer clic con el botón derecho de mouse y emergerá en respectivo menú contextual y clic en la opción Cambiar tipo de gráfico de series, como indica la ilustración 298: se desplegará la ventana de la ilustración 299, en la sección

Nombre de la serie, para Serie1 marcar visto en la opción Eje secundario. Para el nombre de serie Aguja, cambiar el tipo de gráfico a Dispersión con líneas suavizadas y el gráfico como muestra la ilustración 300. Clicar en el botón Aceptar, y el gráfico en la hoja de Excel será como la ilustración 301.

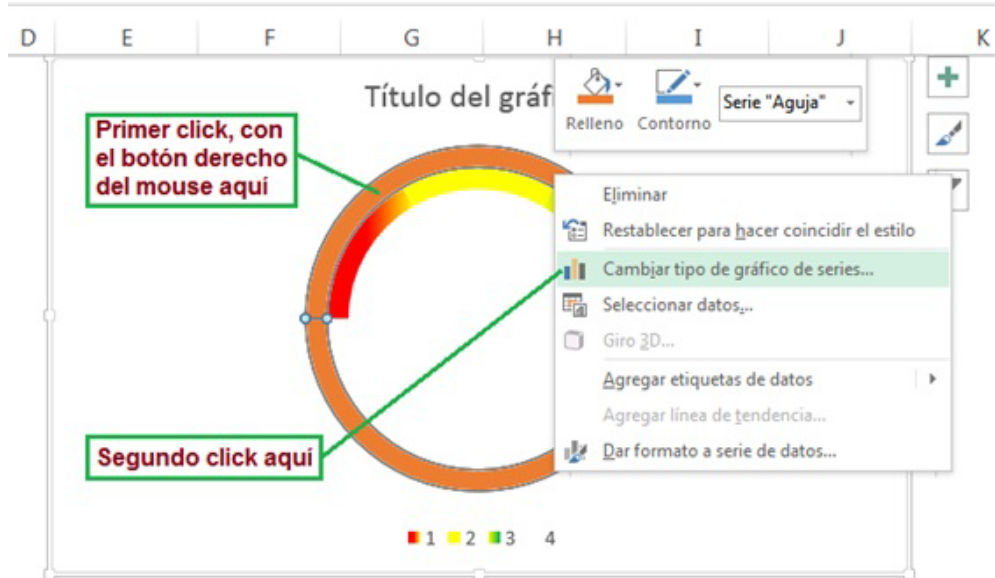


Ilustración 298: cambiando tipo de gráfico anillo a dispersión con líneas suavizadas

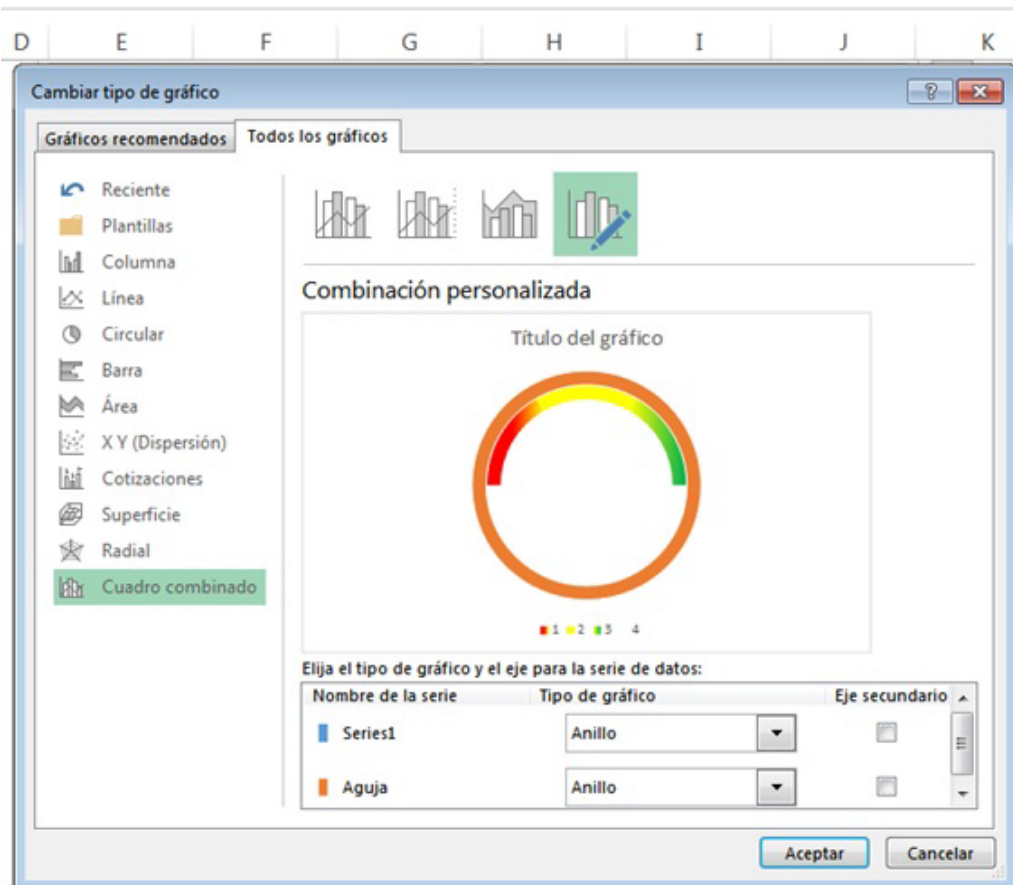


Ilustración 299: ventana Cambiar tipo de gráfico

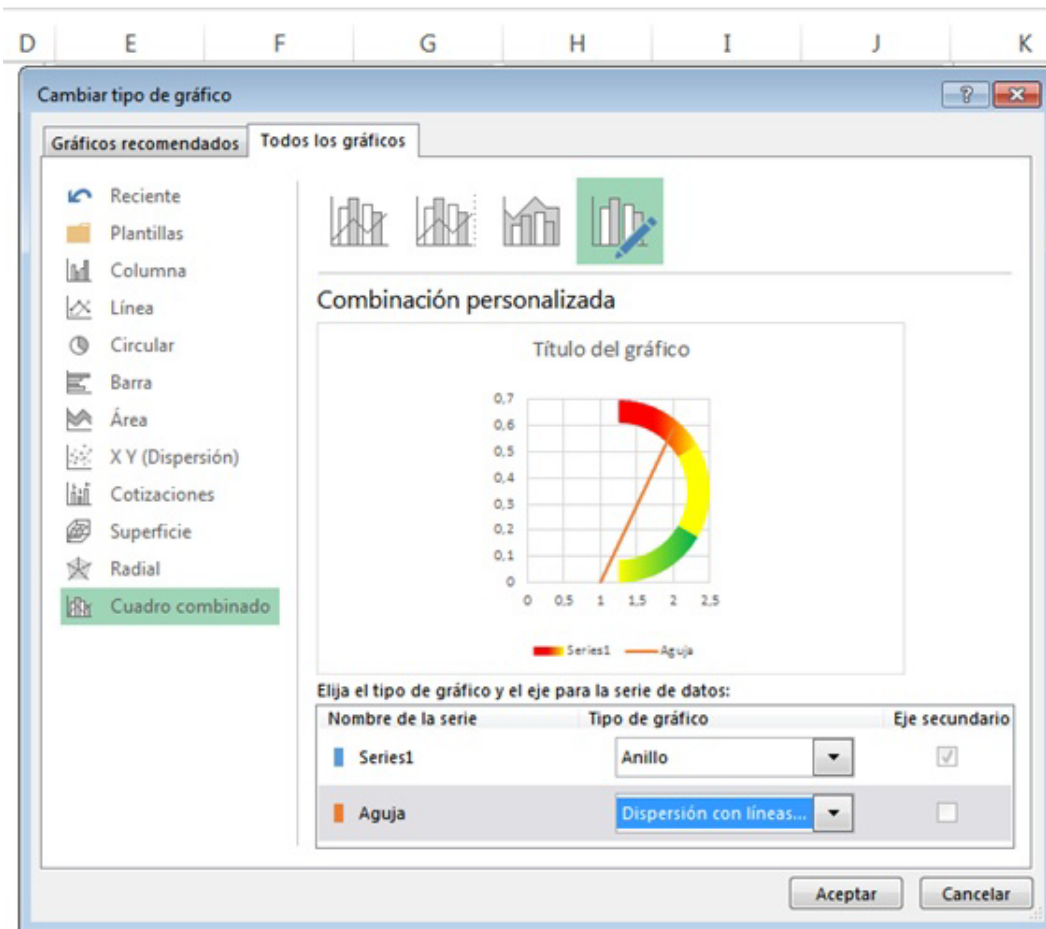


Ilustración 300: cambiando serie Aguja a gráfico Dispersión con líneas suavizadas

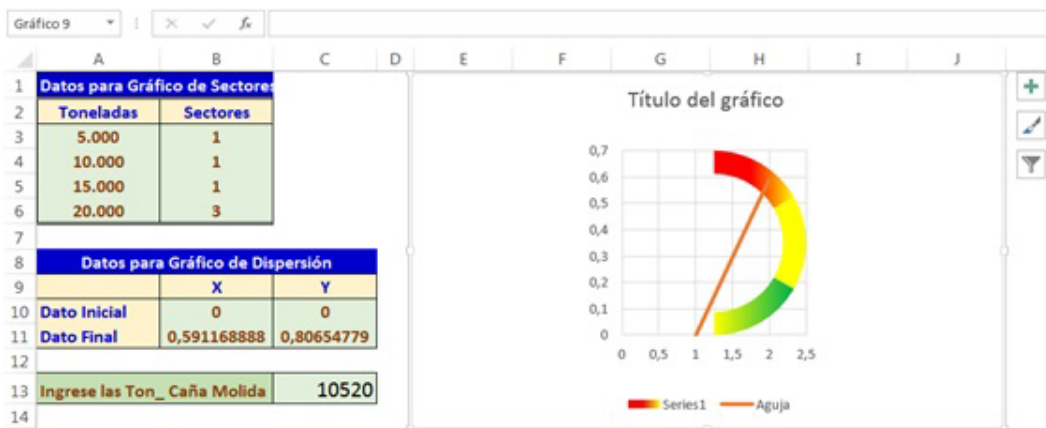


Ilustración 301: gráfico combinado Anillo y Dispersión con líneas suavizadas

- Al combinar los gráficos, la posición del gráfico de anillo ahora es vertical, por lo que debe volverse a posición horizontal; debe procederse como lo realizado anteriormente, o sea con el puntero sobre el gráfico de anillo. Hacer clic con el botón derecho del mouse y emergerá el menú contextual correspondiente. Dar clic en opción Dar formato a serie de datos y se desplegará la sección Formato de



serie de datos. En la opción Ángulo del primer sector, escribir 270; esto permitirá que los sectores giren hacia la nueva posición indicada en la ilustración 302.

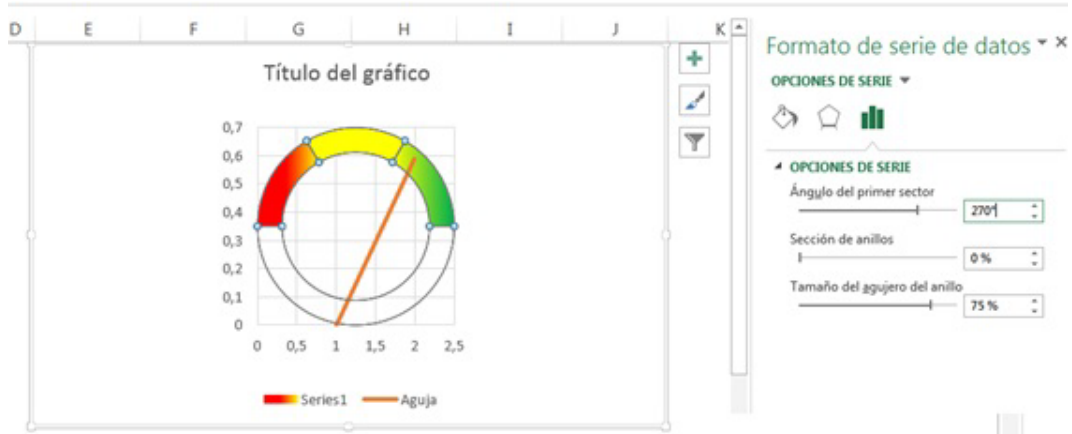


Ilustración 302: volviendo al gráfico de anillo a la posición horizontal

- Antes de centrar el origen de la aguja, proceder a cambiar la serie de datos del gráfico de dispersión que representa a la aguja; para ello, dar clic con el botón derecho sobre la aguja y se desplegará el respectivo menú contextual. Clickear en la opción Seleccionar datos y, en la Ventana Seleccionar origen de datos, hacer clic en la serie Aguja y luego en el botón Modificar.

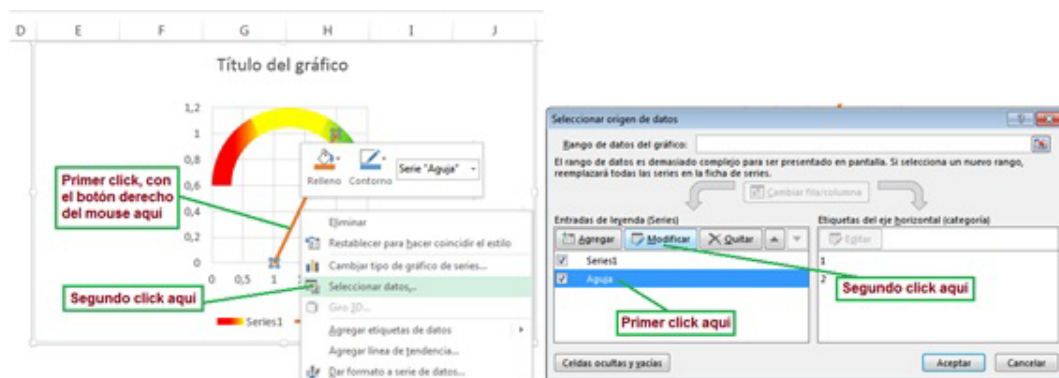


Ilustración 303: cambiando la serie de datos del gráfico de dispersión o aguja

- En la ventana Modificar serie, cambiar los valores X de la serie a B10:B11 de la respectiva hoja de trabajo y los valores Y de la serie a C10:C11 de la respectiva hoja de trabajo, tal como indica la ilustración 304. Luego, oprimir tecla Aceptar tanto en la ventana actual como en la Ventana Seleccionar origen de datos para ingresar nuevos valores.



Ilustración 304: nueva serie de datos del gráfico de dispersión o aguja

- Para centrar el origen de la aguja, hacer doble clic con el mouse sobre el eje vertical del gráfico y emergerá la ventana Dar formato al eje. Cambiar el límite mínimo a -1 y el límite máximo a 1 y la aguja tendrá una nueva posición en el eje vertical como muestra la ilustración 305. Debe asegurarse que la opción Restablecer quede activa para los dos límites. De la misma forma, proceder con el centrado de la aguja en el eje horizontal, utilizando los valores de -1 y 1 para los límites mínimo y máximo, respectivamente; la aguja estará centrada en los dos ejes.

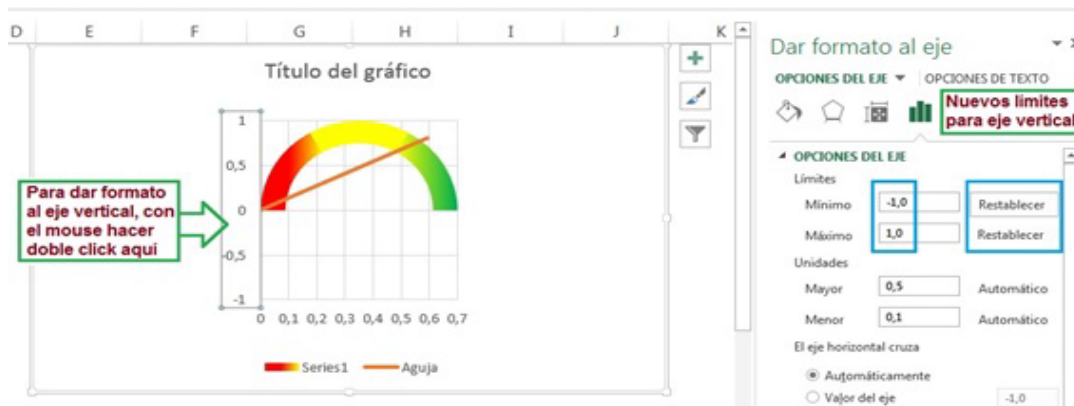


Ilustración 305: centrando la aguja en el eje vertical

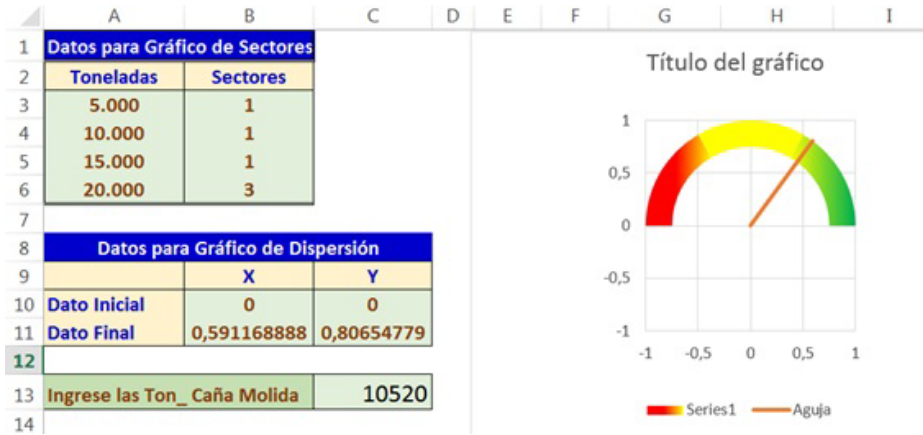


Ilustración 306: centrando la aguja en el eje vertical y eje horizontal

La siguiente etapa consiste en colocar las etiquetas de las toneladas en el gráfico; entonces, hacer clic sobre una zona del gráfico y en el signo +; emergerá el menú contextual correspondiente. Quitar los vistos de las opciones Ejes, Líneas de cuadrícula y Leyenda, y colocar visto en la opción Etiqueta de datos. El gráfico será:

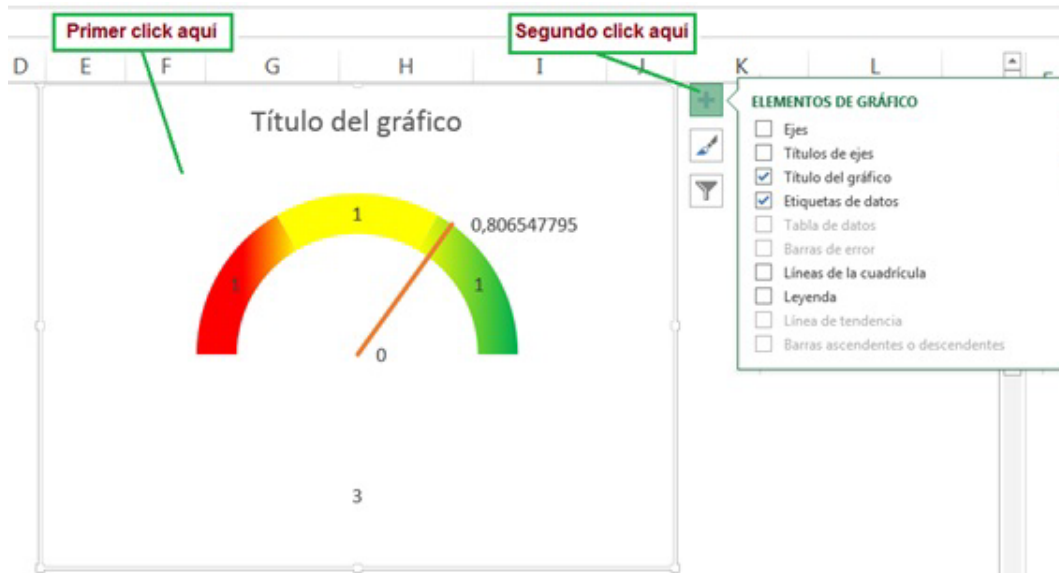


Ilustración 307: colocando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo

Con el puntero del mouse sobre cualquiera de los sectores del gráfico de anillo, hacer clic con el botón derecho; emergerá la sección Formato de etiqueta de datos. Colocar visto en la opción Valor de las celdas y, en la ventana Rango de etiqueta de datos, señalar el rango A3:A6 de la respectiva hoja, como muestra la ilustración 308. A continuación, clic en la tecla Aceptar para ingresar rango de etiquetas y luego quitar el visto de la opción Valor. La gráfica ahora exhibe los valores de las toneladas que corresponde a cada sección, como indica la ilustración 309.

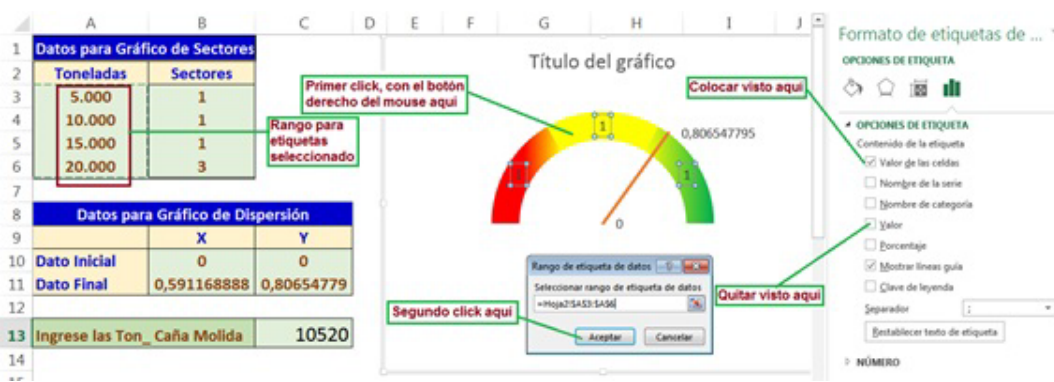


Ilustración 308: colocando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo

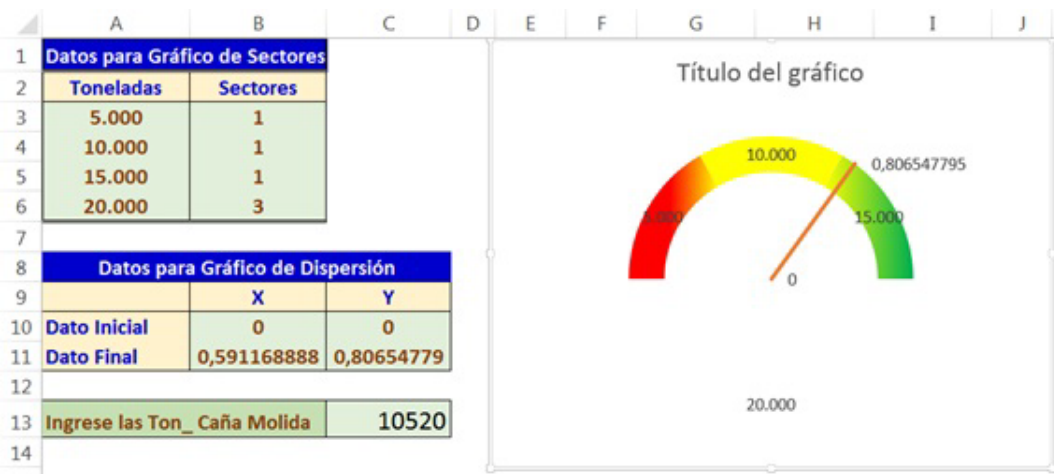


Ilustración 309: mostrando etiquetas de las toneladas en el gráfico de anillo

- Para dibujar una flecha en el puntero del velocímetro, hacer doble clic sobre la línea o gráfico de dispersión y emergerá la sección Formato línea de tendencia. Hacer clic en el ícono de Relleno y línea y, en las opciones Tipo inicial de flecha, Tamaño inicial de flecha, Tipo final de fecha y Tamaño final de flecha, seleccionar las flechas correspondientes, de tal forma que el gráfico vea como la ilustración 310.

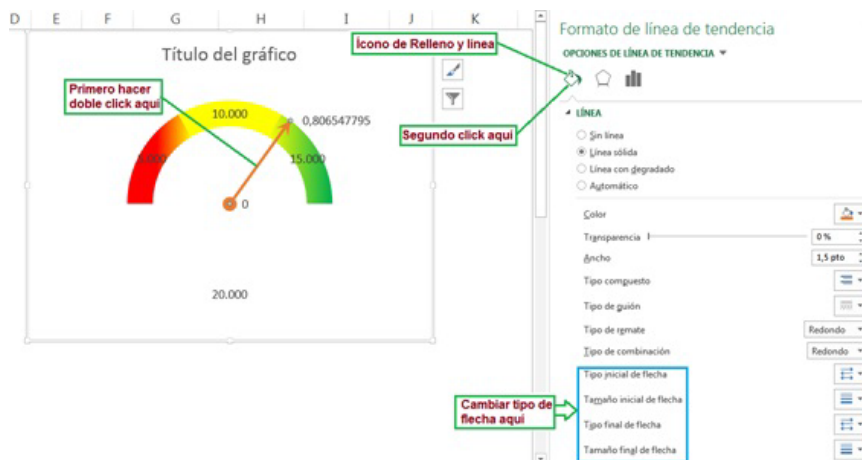


Ilustración 310: colocando flechas en el puntero del velocímetro

- Ahora va a incluirse un cuadro de texto en que pueda observarse el valor de las toneladas. En la barra de menú, hacer clic en la opción Insertar, luego clic en Formas y seleccionar la forma rectángulo y dibujar rectángulo al interior del gráfico. Con el rectángulo habilitado, hacer clic en la barra de fórmula y colocar la referencia de la celda en que se encuentra el valor de las toneladas, en este caso la celda C13. El resultado de esta secuencia de pasos puede verse en las ilustraciones 311 y 312.
- Como eventos finales del diseño, sobre un área libre del gráfico, hacer clic con el botón derecho de mouse y se mostrará el correspondiente menú emergente. Clickear en la opción Formato del área del gráfico y emergerá la sección Formato del área del gráfico (ver ilustración 313) que, con sus diferentes herramientas de diseño, permitirá dar los toques finales al velocímetro. Se deja como ejercicio para el diseño del velocímetro, como indica la ilustración 314.

Primer click aquí

Segundo click aquí

Seleccionar forma Rectángulo

| Datos para Gráfico de Sectores |          |
|--------------------------------|----------|
| Toneladas                      | Sectores |
| 5.000                          | 1        |
| 10.000                         | 1        |
| 15.000                         | 1        |
| 20.000                         | 3        |

| Datos para Gráfico de Dispersión |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|
|                                  | X           | Y           |
| Dato Inicial                     | 0           | 0           |
| Dato Final                       | -0,14608303 | 0,989272333 |

Ingrese las Ton\_ Caña Molida : 6800

Título del gráfico

Con forma Rectángulo habilitado, hacer click en la barra de fórmulas y colocar referencia de celda =Hoja2!\$C\$13

Ilustración 311: diseñando forma Rectángulo para mostrar toneladas

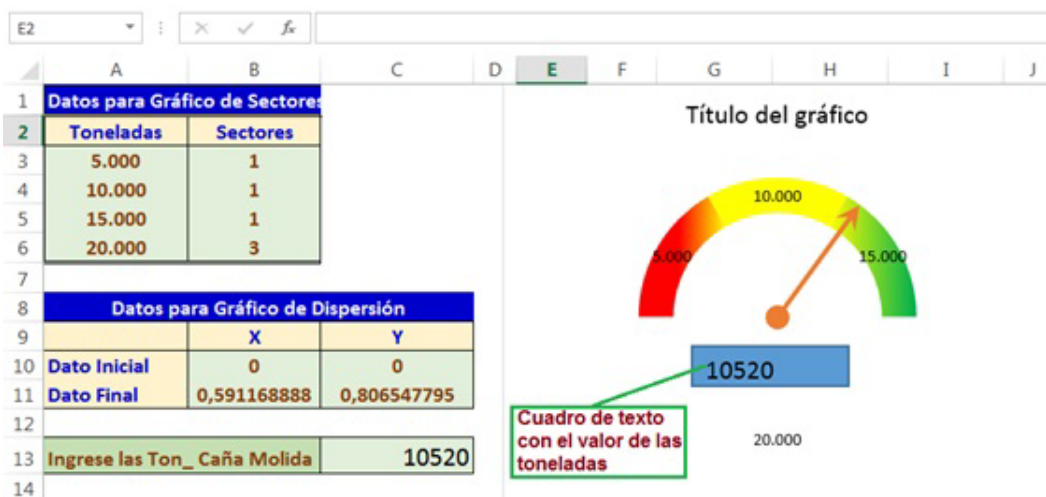


Ilustración 312: cuadro de texto con el valor de las toneladas

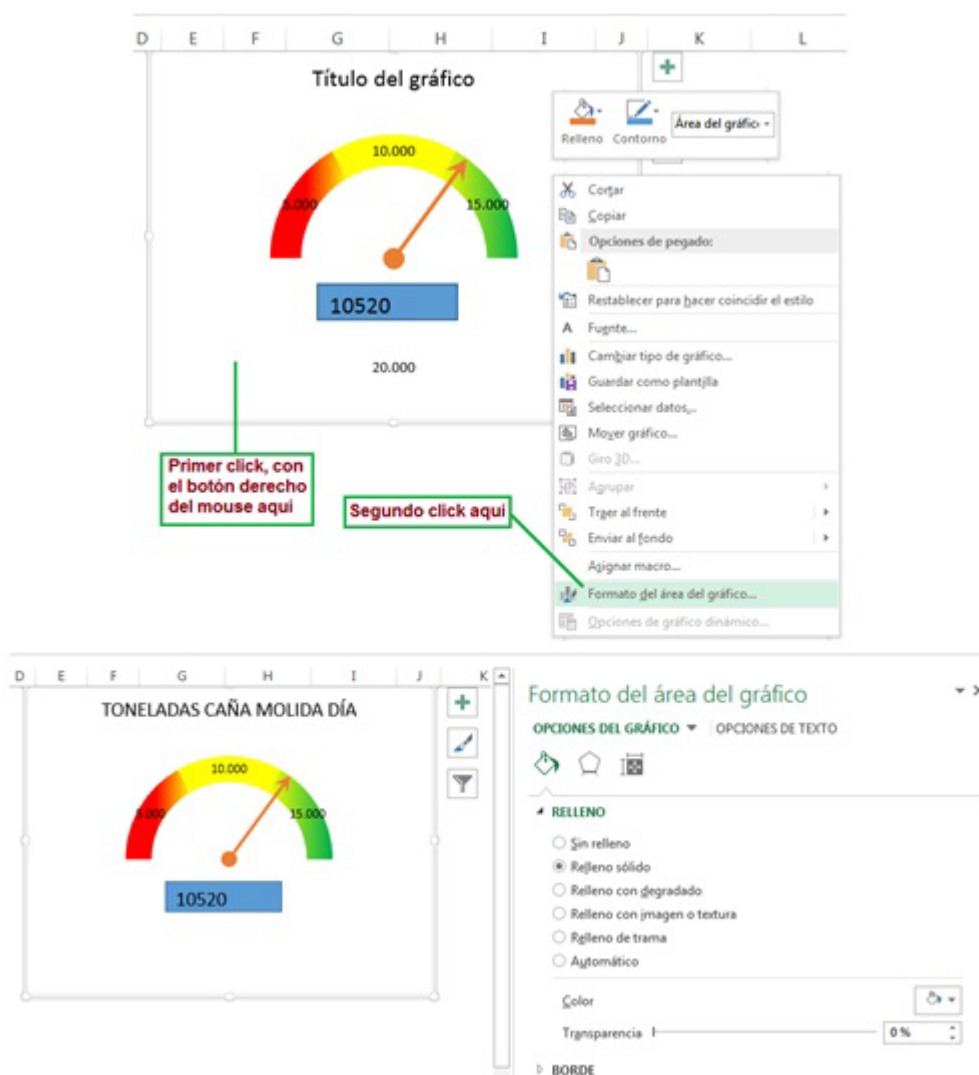


Ilustración 313: diseños finales de velocímetro con Formato de área del gráfico

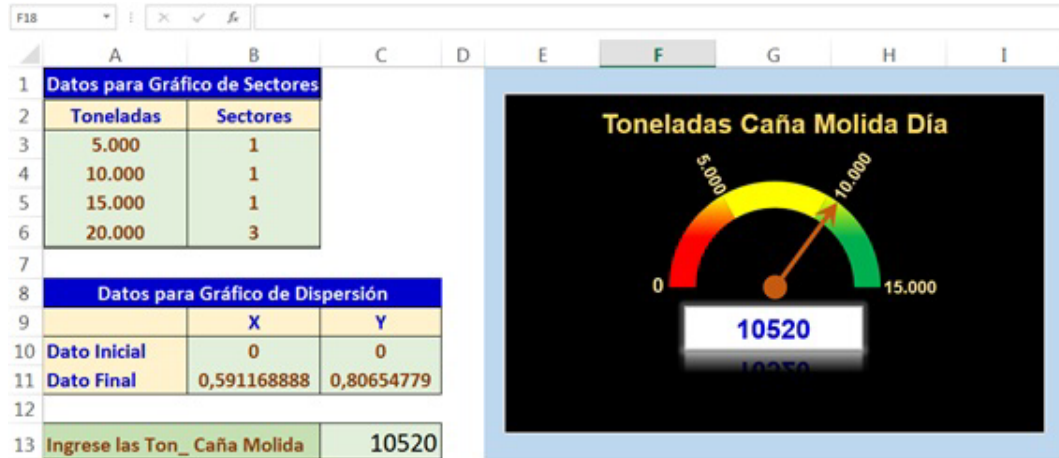


Ilustración 314: diseño concluido del velocímetro

Un procedimiento sencillo para el diseño del velocímetro del ejercicio anterior es mediante la aplicación Gauge de la tienda de Office; para que esté disponible en el entorno de Excel, debe descargarse desde la tienda de Office siguiendo los siguientes pasos:

- Ingresar a la página de la tienda Office: <http://store.office.com> y, en el buscador, escribir la palabra *gauge*. Proceder a la búsqueda y la tienda Office presenta la aplicación Gauge, tal como indica la ilustración 315. Hacer clic en la opción Create a gauge or ... para agregar esta aplicación o complemento en el entorno de Excel.

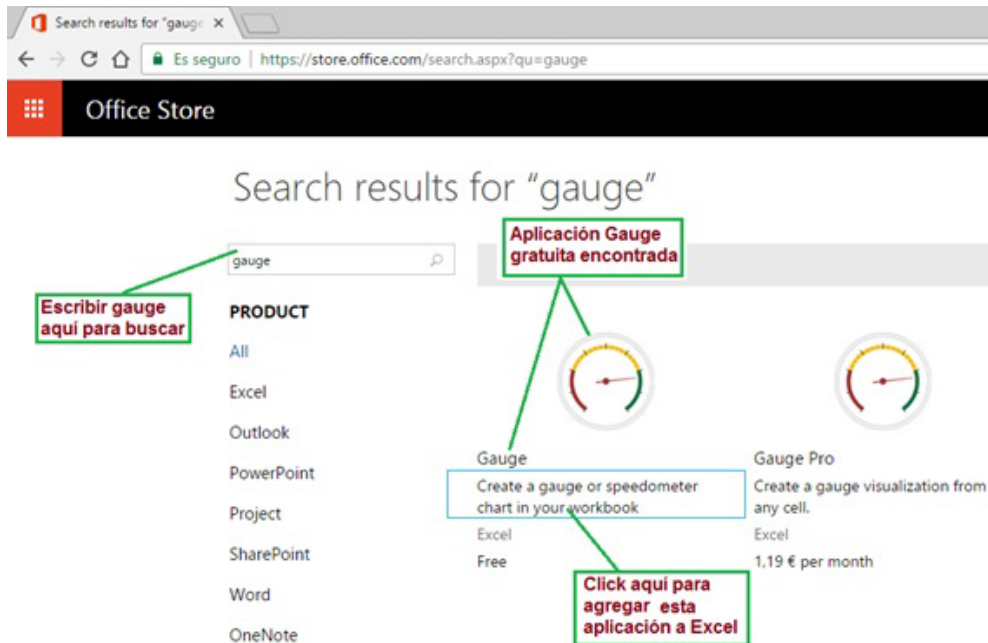


Ilustración 315: buscando la aplicación Gauge en la tienda office

- En la siguiente pantalla, como muestra la ilustración 316, hacer clic en la tecla Add y, en la siguiente pantalla desplegada, hacer clic en la opción Open in Excel (ver la ilustración 317). Se desplegará una hoja Excel que muestra el complemento que implícitamente se instala en la barra de menú, opción Insertar, Tienda y Aplicaciones, tal como indica la ilustración 318.

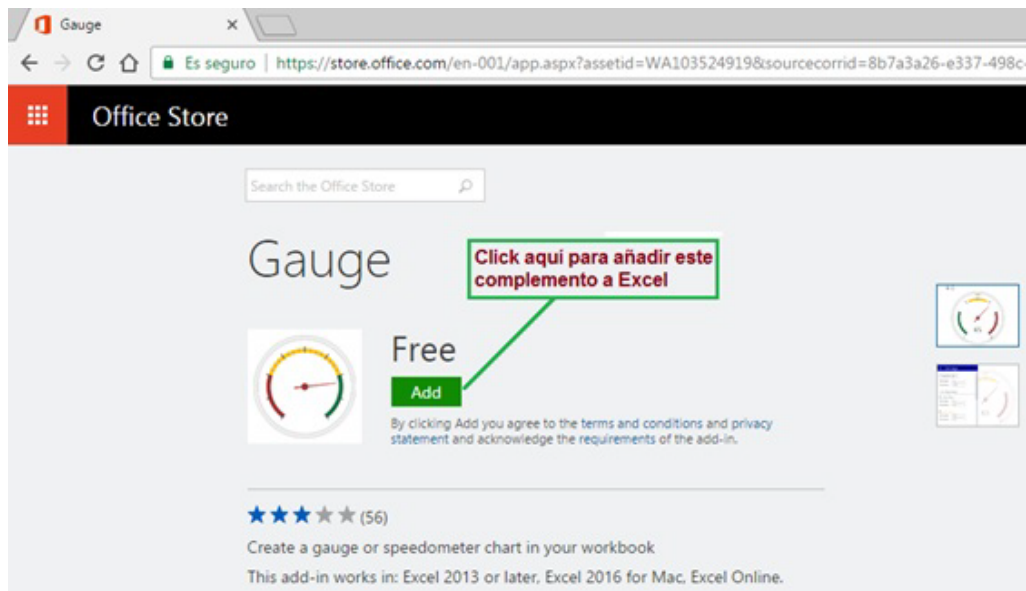


Ilustración 316: agregando el complemento Gauge al entorno Excel

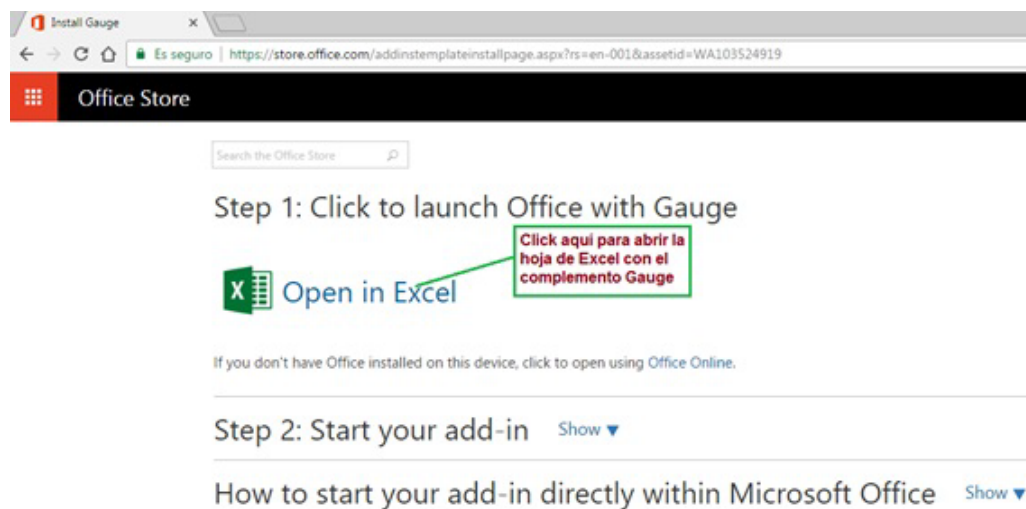


Ilustración 317: abriendo la hoja de Excel que incluye complemento Gauge



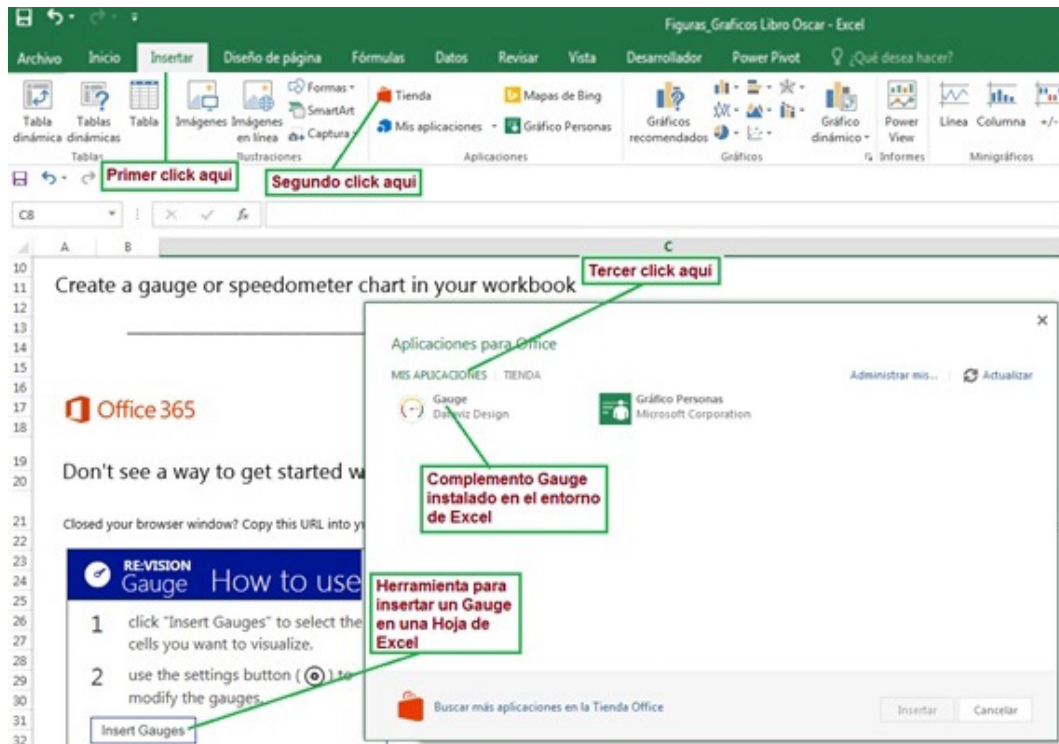


Ilustración 318: complemento Gauge instalado en el entorno de Excel

- Respecto al ejercicio del velocímetro en las toneladas de caña molida utilizando el complemento Gauge, su solución es, en la barra de menú, hacer clic sucesivamente en las opciones Insertar, Tienda, Mis aplicaciones. Luego, en la pantalla Aplicaciones para Office, hacer clic consecutivamente en Gauge e Insertar; inmediatamente se insertará la herramienta para crear el velocímetro o Gauge, como indican las ilustraciones 319 y 320. Clickear en el botón Insert Gauge y, en el cuadro de texto de la ventana Seleccionar datos, escribir la referencia de la celda C13, en la que se encuentra el dato de las toneladas de caña molida. Clic en la tecla Insertar, tal como la ilustración 321, e, inmediatamente, la hoja de Excel presentará el velocímetro mostrado en la ilustración 322. Para seguir configurando el velocímetro o Gauge, hacer clic en el botón de configuración y, en la ventana Settings para toneladas en Min Value, escribir 0; para Max Value, escribir 15000; para Min Value y Max Value de Green Range, escribir 10000 y 15000; para Min Value y Max Value de Yellow Range, escribir 5000 y 1000, y para Min Value y Max Value de Red Range escribir 0 y 5000, respectivamente. El velocímetro se verá como en la ilustración 323. Cerrar la ventana; el velocímetro muestra su diseño terminado, según se indica en la ilustración 324.

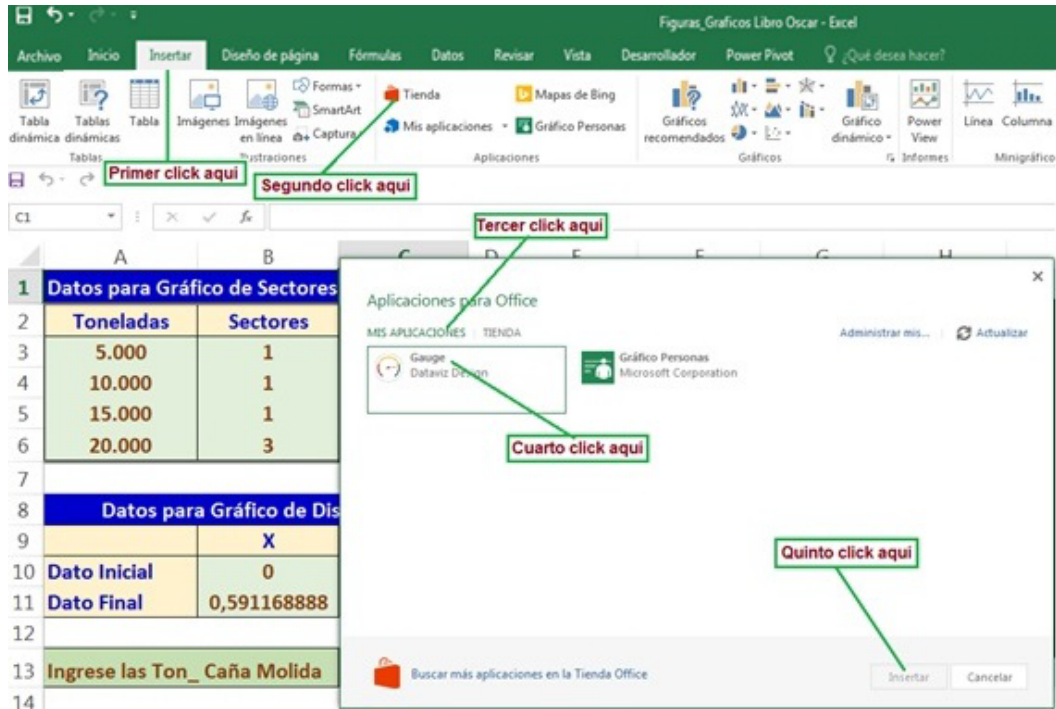


Ilustración 319: insertando velocímetro o Gauge, en el ejercicio Excel de toneladas de caña molida

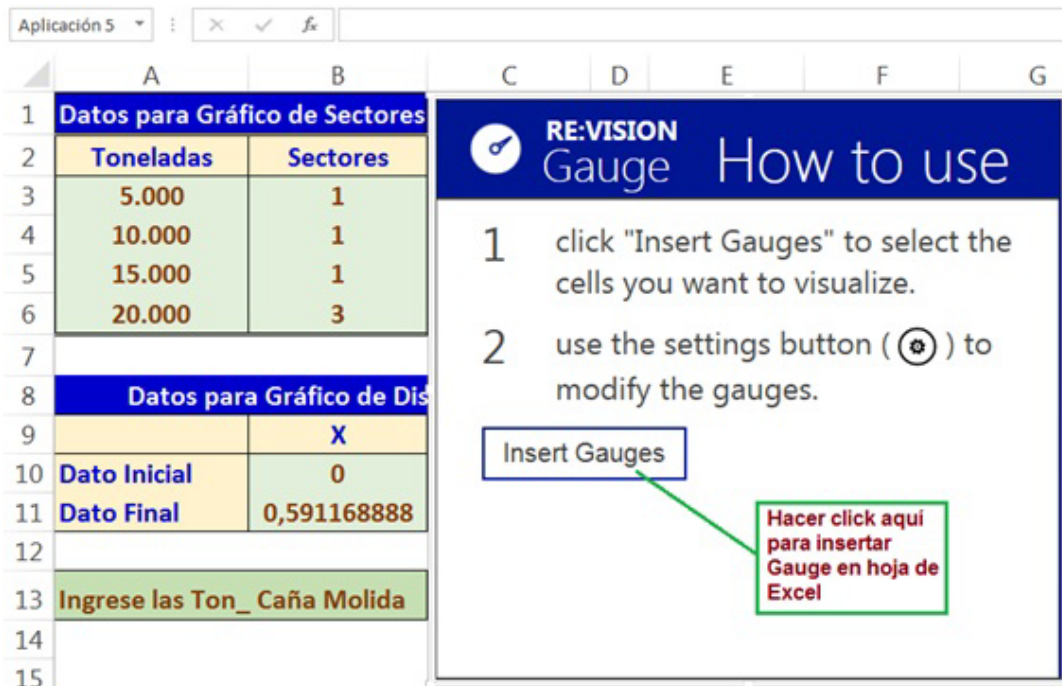


Ilustración 320: insertando velocímetro o Gauge, en el ejercicio Excel de toneladas de caña molida

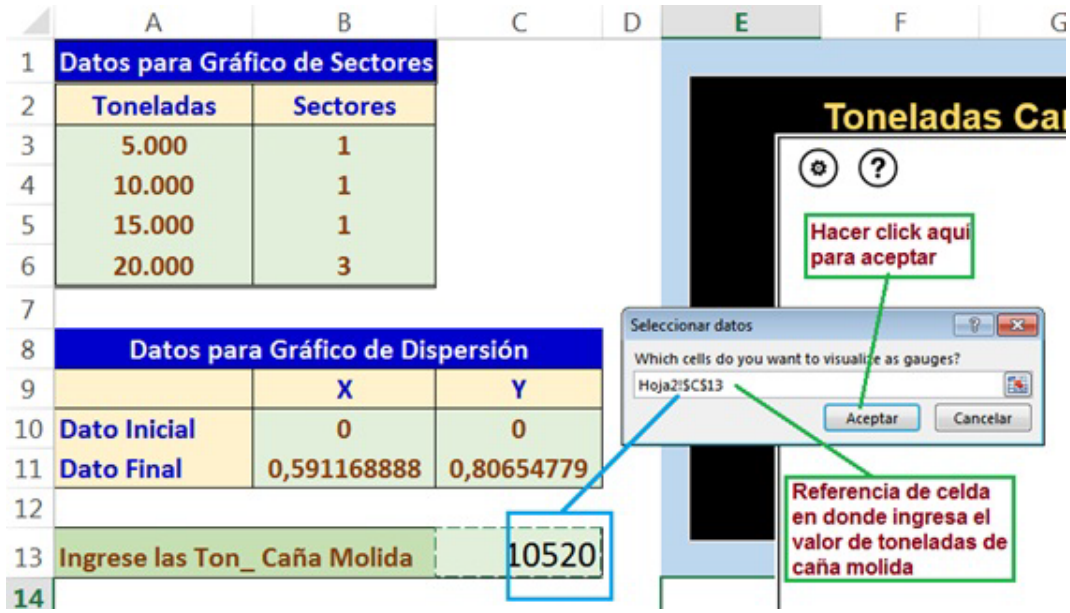


Ilustración 321: insertando velocímetro o Gauge y configurando

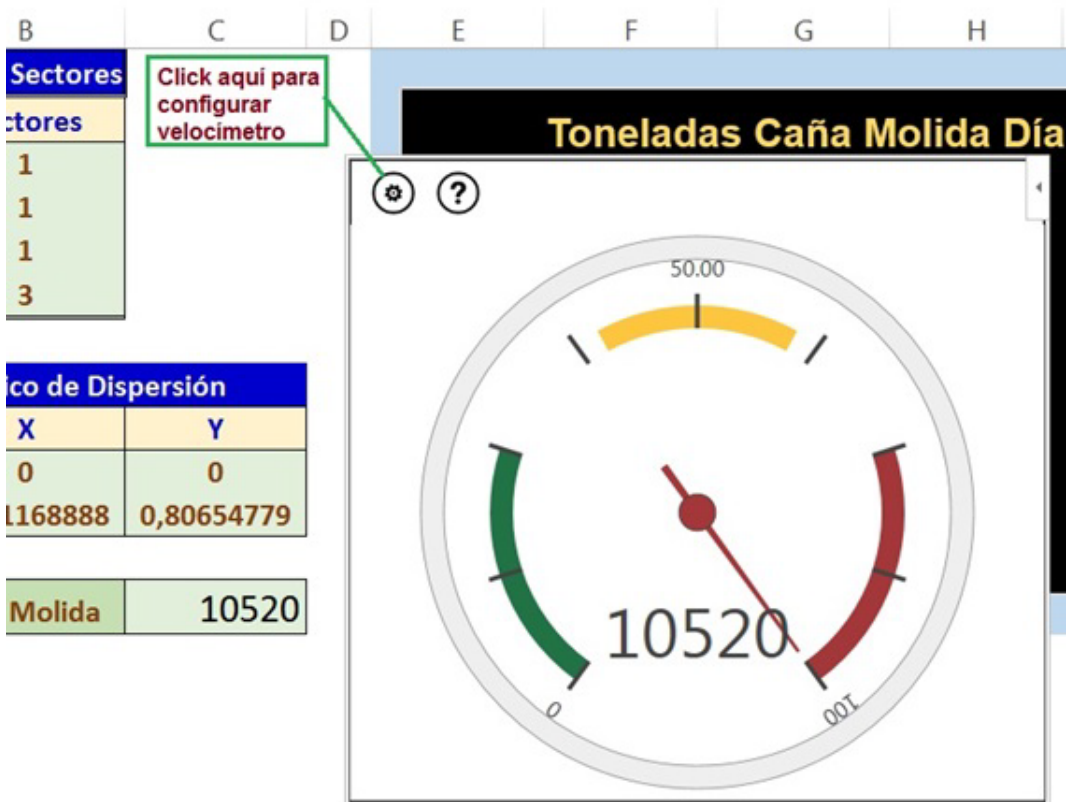


Ilustración 322: configurando Gauge o velocímetro

Click aquí para cerrar Ventana

### Toneladas Caña Molida D

## Settings

Change Data Cells...

Valores mínimos y máximos para toneladas en el velocímetro

Min Value: 0

Max Value: 15000

Color Range Settings

Valores mínimos y máximos en la escala verde del velocímetro

Green Range:

Min Value: 10000

Max Value: 15000

| persión    |
|------------|
| Y          |
| 0          |
| 0,99802673 |
| 7200       |

Ilustración 323: configurando Gauge o velocímetro

|    | A                                | B           | C          | D | E | F | G | H |
|----|----------------------------------|-------------|------------|---|---|---|---|---|
| 1  | Datos para Gráfico de Sectores   |             |            |   |   |   |   |   |
| 2  | Toneladas                        | Sectores    |            |   |   |   |   |   |
| 3  | 5.000                            | 1           |            |   |   |   |   |   |
| 4  | 10.000                           | 1           |            |   |   |   |   |   |
| 5  | 15.000                           | 1           |            |   |   |   |   |   |
| 6  | 20.000                           | 3           |            |   |   |   |   |   |
| 7  |                                  |             |            |   |   |   |   |   |
| 8  | Datos para Gráfico de Dispersión |             |            |   |   |   |   |   |
| 9  |                                  | X           | Y          |   |   |   |   |   |
| 10 | Dato Inicial                     | 0           | 0          |   |   |   |   |   |
| 11 | Dato Final                       | -0,06279052 | 0,99802673 |   |   |   |   |   |
| 12 |                                  |             |            |   |   |   |   |   |
| 13 | Ingrese las Ton_ Caña Molida     |             | 7200       |   |   |   |   |   |
| 14 |                                  |             |            |   |   |   |   |   |
| 15 |                                  |             |            |   |   |   |   |   |
| 16 |                                  |             |            |   |   |   |   |   |
| 17 |                                  |             |            |   |   |   |   |   |

### Toneladas Caña Molida D

Ilustración 324: velocímetro terminado, diseñado con complemento Gauge

Entonces, con todos los tópicos sobre gráficos vistos en este capítulo, pueden diseñarse cuartos de control de indicadores que permitirán, en gran medida, tener control sobre los procesos claves o críticos que impactan significativamente sobre la productividad de los ingenios azucareros. Este tipo de gráficos, como las indicadas en las ilustraciones 325 y 326, no presentan complejidad en su diseño, ya que solo demandan algo de imaginación y habilidad en su realización.

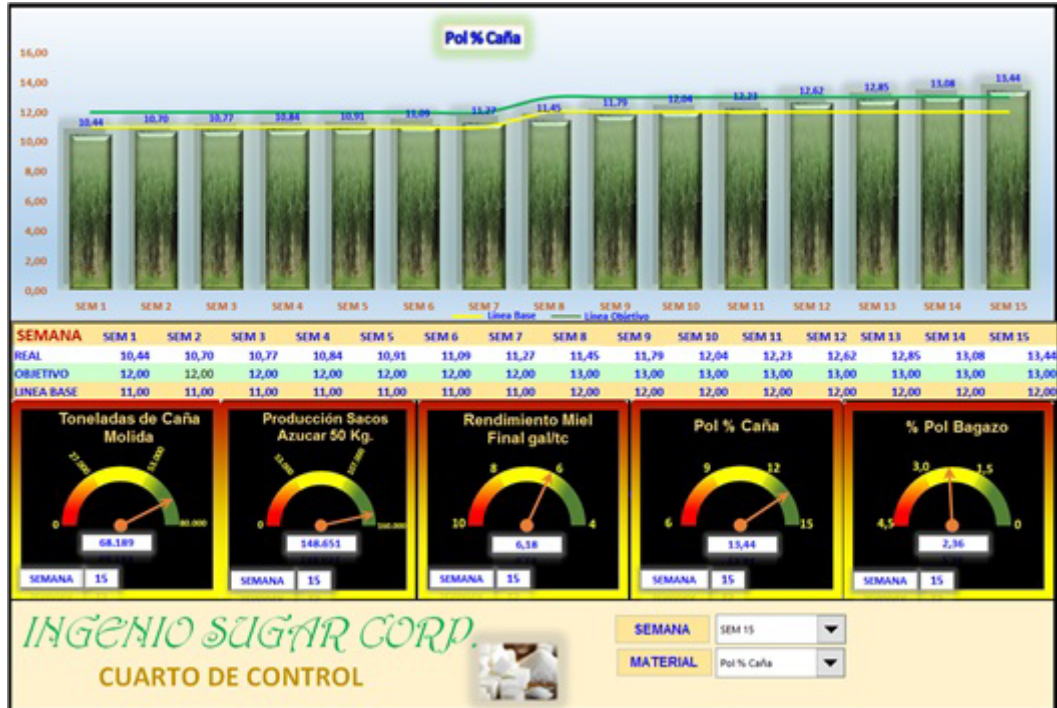


Ilustración 325: Cuarto de control de indicadores

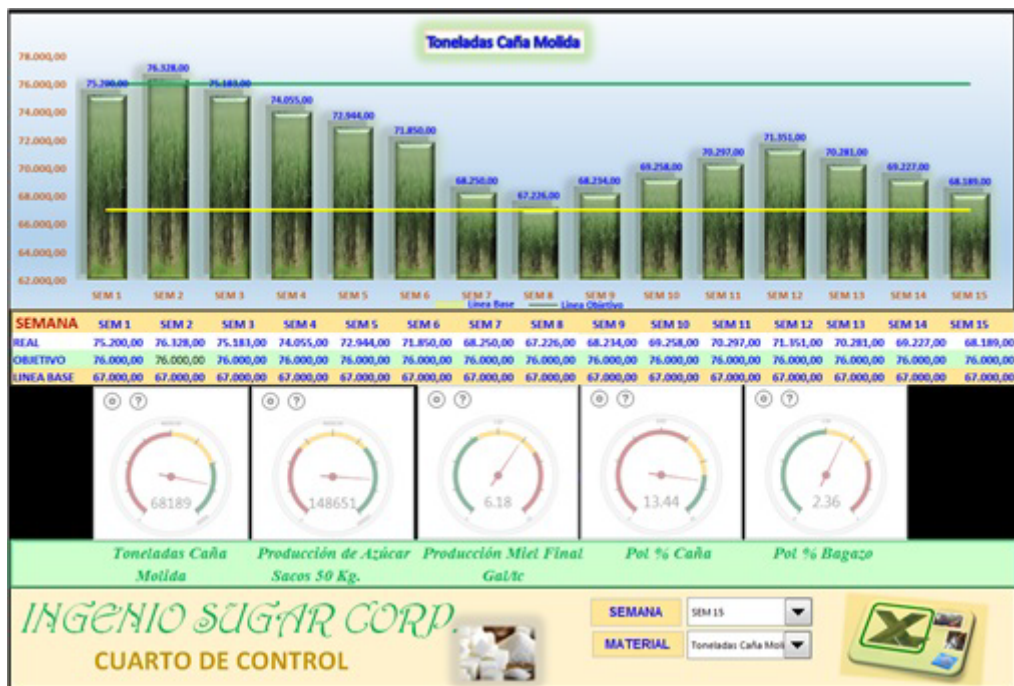


Ilustración 326: cuarto de control de indicadores



## 4. AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS Y PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC DE EXCEL

### 4.1. AUTOMATIZANDO TAREAS CON MACROS

Es muy frecuente en el trabajo del usuario de Excel el uso de operaciones repetitivas sobre la hoja de trabajo; así, por ejemplo, que constantemente tenga que diseñar el encabezado de un formulario. Si bien es cierto que este encabezado puede tenerlo en una plantilla de Excel, es más efectivo disponerlo en todo momento a través de una aplicación denominada Macros. Los macros son un conjunto de instrucciones que, automáticamente, Excel genera y almacena; en estas instrucciones escritas, están todas las tareas u operaciones que el usuario realizó sobre la hoja de trabajo y que luego pueden ser reproducidas reiteradamente.

En la creación y utilización de macros, no es necesario conocer programación o lenguajes de programación; además, está al alcance de cualquier nivel de usuario, ya sea principiante o experto en las aplicaciones Excel, debido a que todo el trabajo de la programación lo realiza internamente Microsoft Excel.

En Excel 2013 y posteriores, la herramienta Macros está localizada en la barra de menú, opción Vista, como indica la ilustración 327:

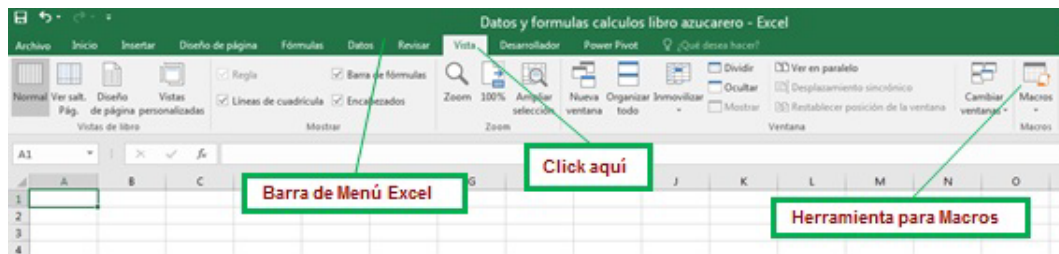


Ilustración 327: mostrando la herramienta Macros en la barra de menú de Excel

El primer ejemplo de macros consiste en que el usuario coloque, en cinco celdas en fila consecutivas, cinco datos que signifiquen Nombre, fecha, Peso, Brix y Pol y, con esta información, diseñar el formulario mostrado en la ilustración 328, utilizando la herramienta Macros:

|                | A   | B | C | D | E | F |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
|----------------|---|---|---|---|---|---|-----------|-----------|--------|-------|------|----------------|----------|-------|-------|-------|
| 40             | Sr. Jose Pérez  |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 41             | 10/10/2016  |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 42             | 1350,00   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 43             | 18,25   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 44             | 16,28   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 45             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 46             | <p style="text-align: center;"><b>INGENIO</b><br/><b>SUGAR CORP S.A</b><br/><i>"El azúcar con el esfuerzo corporativo y de la comunidad"</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ANÁLISIS DE CAÑA</b></p> <p style="text-align: right;">Fecha : 10-oct.-16</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 15%;">Peso(Ton)</th> <th style="width: 15%;">% Brix</th> <th style="width: 15%;">% Pol</th> <th style="width: 25%;">%Pza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sr. Jose Pérez</td> <td>1.350,00</td> <td>18,25</td> <td>16,28</td> <td>89,21</td> </tr> </tbody> </table> <p>Analista Responsable : _____ Firma : _____</p> |   |   |   |   |   | Nombre    | Peso(Ton) | % Brix | % Pol | %Pza | Sr. Jose Pérez | 1.350,00 | 18,25 | 16,28 | 89,21 |
| Nombre         |   |   |   |   |   |   | Peso(Ton) | % Brix    | % Pol  | %Pza  |      |                |          |       |       |       |
| Sr. Jose Pérez |   |   |   |   |   |   | 1.350,00  | 18,25     | 16,28  | 89,21 |      |                |          |       |       |       |
| 47             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 48             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 49             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 50             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 51             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 52             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 53             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 54             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 55             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 56             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 57             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |
| 58             |   |   |   |   |   |   |           |           |        |       |      |                |          |       |       |       |

Ilustración 328: formulario a generar mediante Macros

Para iniciar la generación de macros, primero escribir el nombre, la fecha, el peso, % Brix, % Pol, en cinco filas consecutivas; para el ejemplo, es utilizado el rango A40:A44. Luego, en la barra de menú de Excel, hacer clic consecutivamente en las opciones Vista, Macros y Grabar Macro, tal como indica la ilustración 329:

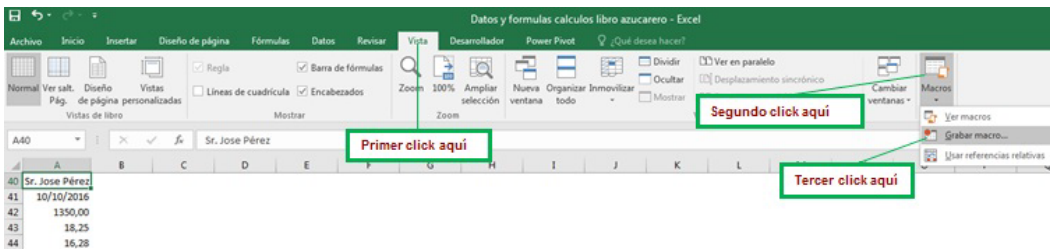


Ilustración 329: iniciando creación de macro para diseño de formulario

En la ventana Grabar Macros, en el cuadro de texto Nombre de la Macro, asignar el nombre "Análisis\_Cana". El cuadro de texto Guardar Macro dejarlo en "Este libro" y, en el cuadro de texto Descripción, escribir "Formulario para Análisis de Caña", como indica la ilustración 330 y, seguidamente, oprimir la tecla Aceptar:



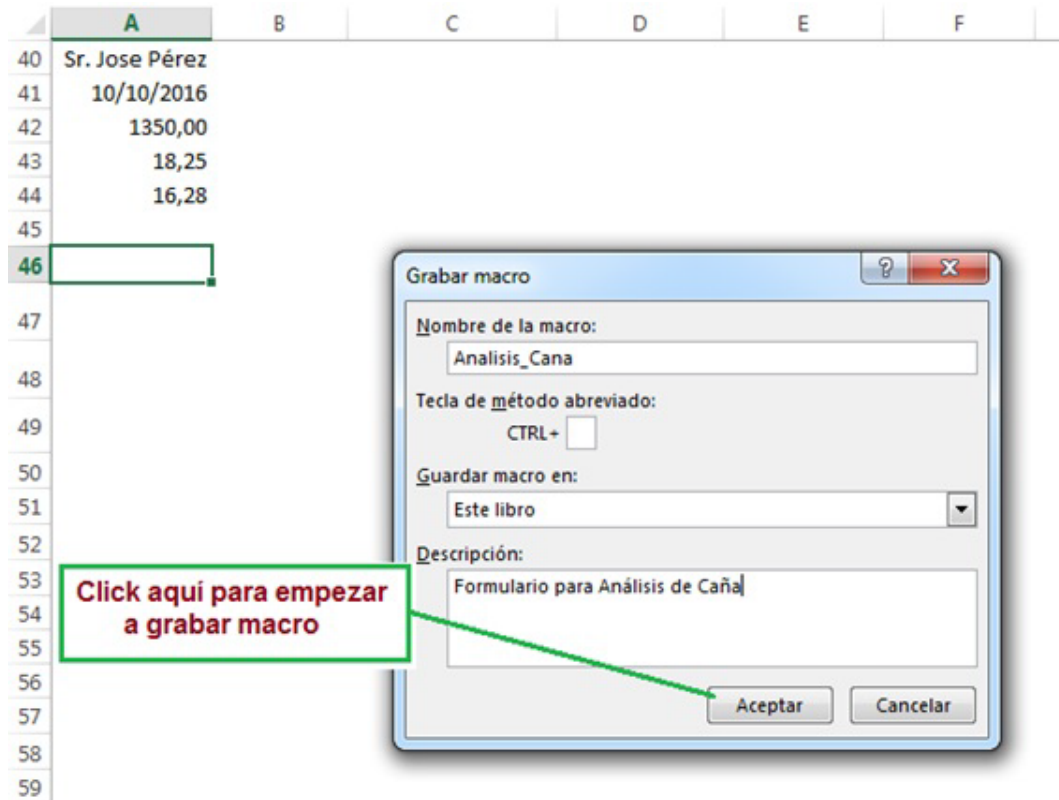


Ilustración 330: creando macro Analisis\_Cana

Desde este momento, todos los movimientos u operaciones que el usuario realice sobre la hoja de Excel están siendo grabados como instrucciones en el macro. Entonces es el momento, por parte del usuario, de proceder a diseñar el formulario de la ilustración 328 hasta su conclusión, incluyendo formatos y fórmulas.

Una vez terminado el diseño del formulario, debe detenerse la grabación del macro y, para esto, en la barra de menú de Excel, hacer clic en sucesivamente en las opciones Vista, Macros y Detener grabación, indicadas en la ilustración 331:



Ilustración 331: deteniendo grabación de macro Analisis\_Cana

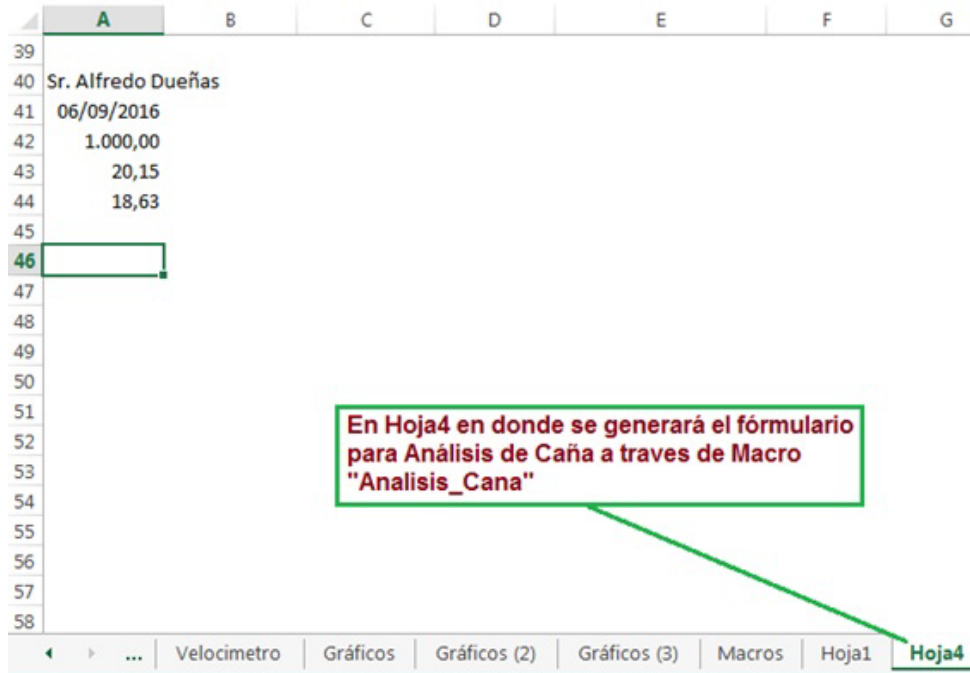


Ilustración 332: Hoja 4, con información previo a ejecutar Macro Analisis\_Cana

En este momento, está disponible en macro con el nombre “Analisis\_Cana” y, para comprobar su funcionamiento, proceder de la siguiente manera: en cualquier hoja en blanco llenar el rango A40:A44 con datos que corresponde a Nombre, Fecha, Peso,% Brix,% Pol, en este caso la Hoja4 como muestra la ilustración 332; luego, en la barra de menú de Excel, hacer clic sucesivamente en las opciones Vista, Macros y Ver Macros, y, en la ventana emergente Macro, hacer clic en el nombre de la macro “Analisis\_Cana” y oprimir la tecla Ejecutar, como indica la ilustración 333.

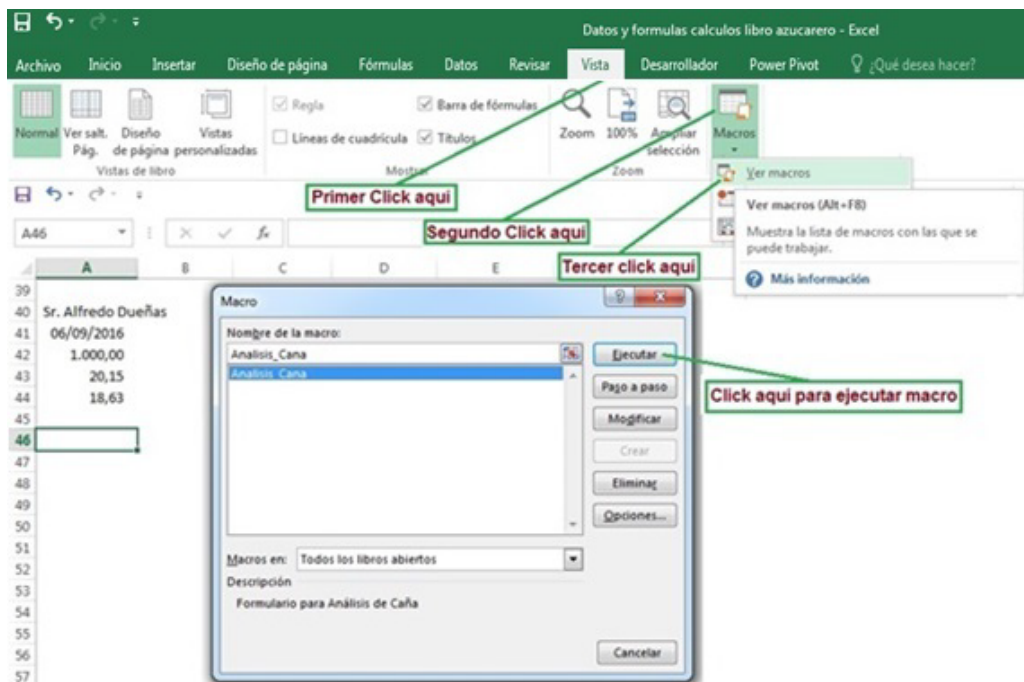


Ilustración 333: ejecutando el Macro Analisis\_Cana

Desde que se oprimió la tecla Ejecutar, podrá observarse cómo Excel, a través del macro Analisis\_Cana, automáticamente va generando el diseño del cuadro mostrado anteriormente en la ilustración 328 y ahora replicado en la Hoja4 para nuevos datos como indica la ilustración 334:

The screenshot shows the Excel interface with the 'Vista' ribbon selected. The spreadsheet displays the following data in the macro-generated form:

| INGENIO SUGAR CORP S.A.                                   |           |        |       |       |
|---|-----------|--------|-------|-------|
| "El azúcar con el esfuerzo corporativo y de la comunidad" |           |        |       |       |
| ANÁLISIS DE CAÑA  |           |        |       |       |
| Fecha : 6-sep.-16   |           |        |       |       |
| Nombre  | Peso(Ton) | % Brix | % Pol | % Pza |
| Sr. Alfredo Dueñas  | 1000,00   | 20,15  | 18,63 | 92,46 |
| Analista Responsable : _____ Firma : _____                |           |        |       |       |

Ilustración 334: formulario resultante en Hoja4 luego de ejecutar el Macro Analisis\_Cana

En algunos casos es de interés del usuario, conocer las instrucciones Excel generó en un macro; para este cometido, seguir los siguientes pasos: en la barra de menú de Excel, hacer clic sucesivamente en las opciones Vista, Macros, Ver Macros y, en la ventana Macro, hacer clic en Modificar (ver ilustración 335).

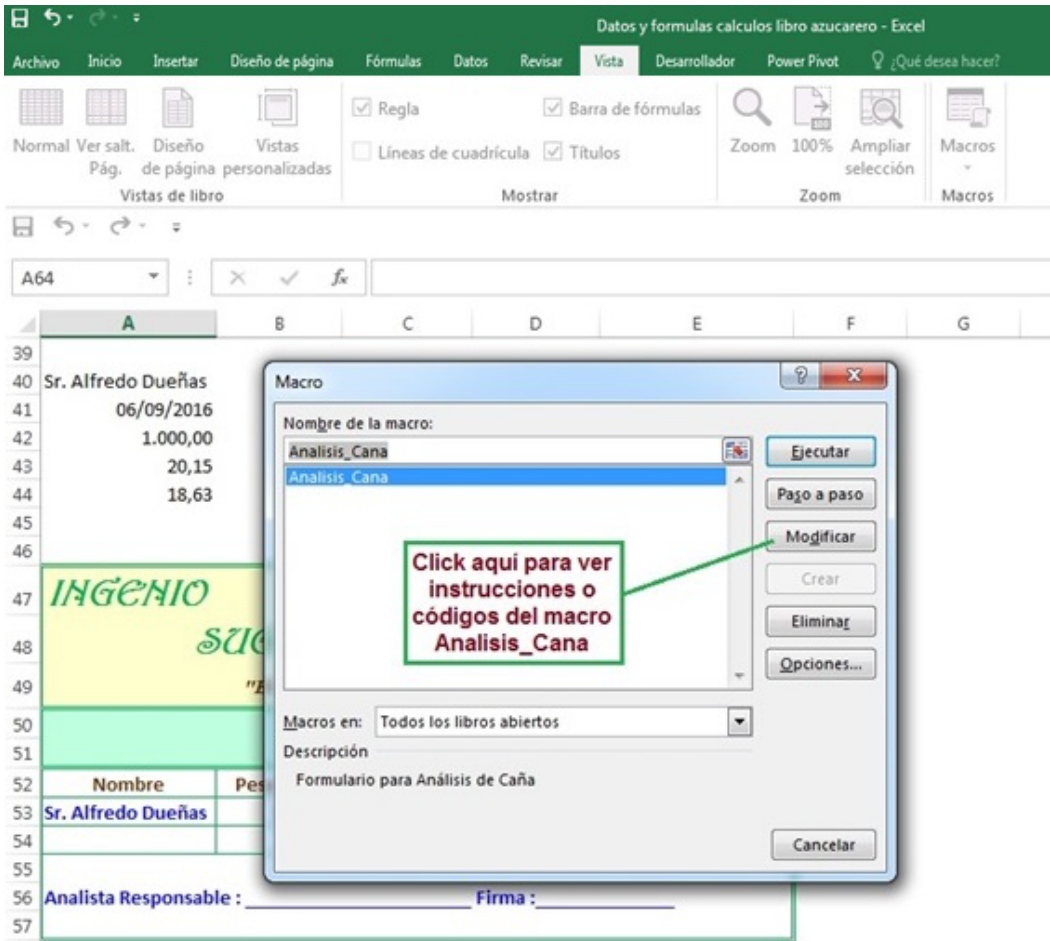


Ilustración 335: ingresando a observar las instrucciones o códigos de programación del macro Análisis\_Cana

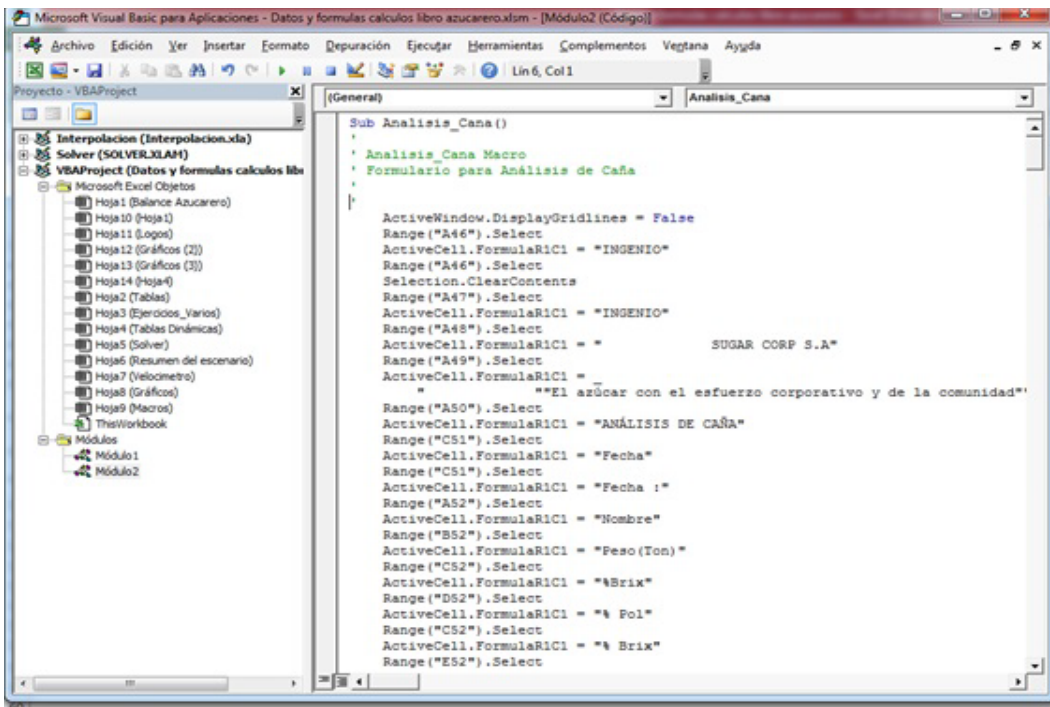


Ilustración 336: código Visual Basic de Excel para macro Análisis\_Cana

En la ilustración 336, puede observarse las diferentes instrucciones o códigos de programación que Excel automáticamente generó en el macro Analisis\_Cana. Estas instrucciones están escritas en el lenguaje de programación Visual Basic para Excel. Este lenguaje de programación incluido en Microsoft Excel permite a usuarios con conocimientos básicos de programación diseñar sus propios programas sin necesidad de recurrir a la herramienta Macros como lo hecho hasta el momento. La ventaja de programar utilidades Excel directamente con Visual Basic para Excel le da al usuario gran independencia en su objetivo de diseñar hojas de trabajo versátiles que en muchos con la herramienta Macros encuentra limitación.

## 4.2. FUNCIONES PERSONALIZADAS

A través de los diferentes capítulos de este libro se ha utilizado algunas funciones de Excel sean estadísticas, de texto, matemáticas, de búsqueda como SUMA(...), SI(...), CONTAR(...), CONTAR.SI(...), INDIRECTO(...), CODIGO(...), etc. Sin embargo, Excel le permite al usuario crear sus propias funciones que, en muchos casos, son específicas para el área de su desempeño y cuya programación implica conocimientos básicos de programación que un usuario novel rápidamente puede aprender.

Este tipo de funciones personalizadas o creadas por el usuario tendrán un comportamiento similar a las funciones nativas de Excel y estarán disponibles en el entorno de Excel con un alcance definido por el usuario; por ejemplo, en los ingenios azucareros frecuentemente es necesario calcular la pureza de un material azucarero, y su cálculo involucra la división entre %pol y % Brix: este resultado multiplicado por 100, o sea la fórmula  $100 * \%Pol / \% Brix$ . Para la creación de una función personalizada para calcular la pureza de un material azucarero, se sugiere proceder de la siguiente manera:

Para abrir el editor de Visual Basic, oprimir simultáneamente las teclas [Alt+F11] e, inmediatamente, emergerá la ventana del editor referido, tal como indica la ilustración 337:

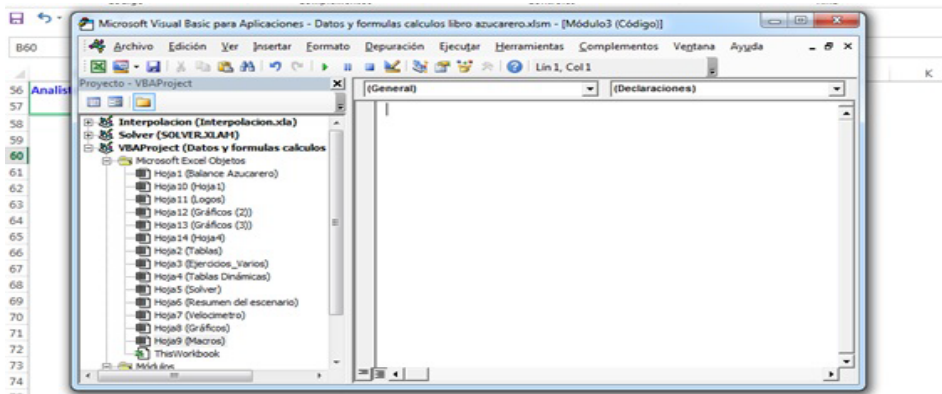



Ilustración 337: editor de Visual Basic para crear funciones personalizadas

En el área de programación escribir el siguiente código:

En que las palabras Function, As Double y End Function son códigos del Visual Basic y obligatorios en la creación de una función personalizada. La palabra clave Function indica que el cuerpo del programa consiste en una función; la palabra As Double indica que el resultado de la función, en este caso PUREZA, devolverá un valor con varios decimales, y las palabras End Function indican el término de programa de la función.

Las demás palabras tales como Pureza y  $Pureza = 100 * Pol / Brix$  son creadas por el usuario de acuerdo a sus necesidades, en este caso útiles para calcular la pureza; cabe indicar que las variables entre paréntesis, al interior del nombre de la función, son llamadas Argumentos de la Función; así, en este ejemplo, la función se llama Pureza y sus argumentos son Brix y Pol.

Una vez escrito el código de arriba, el editor Visual Basic se mostrará como la ilustración 338; seguidamente, hacer clic en el ícono  para cerrar la ventana. Visual Basic automáticamente guardará la función creada:

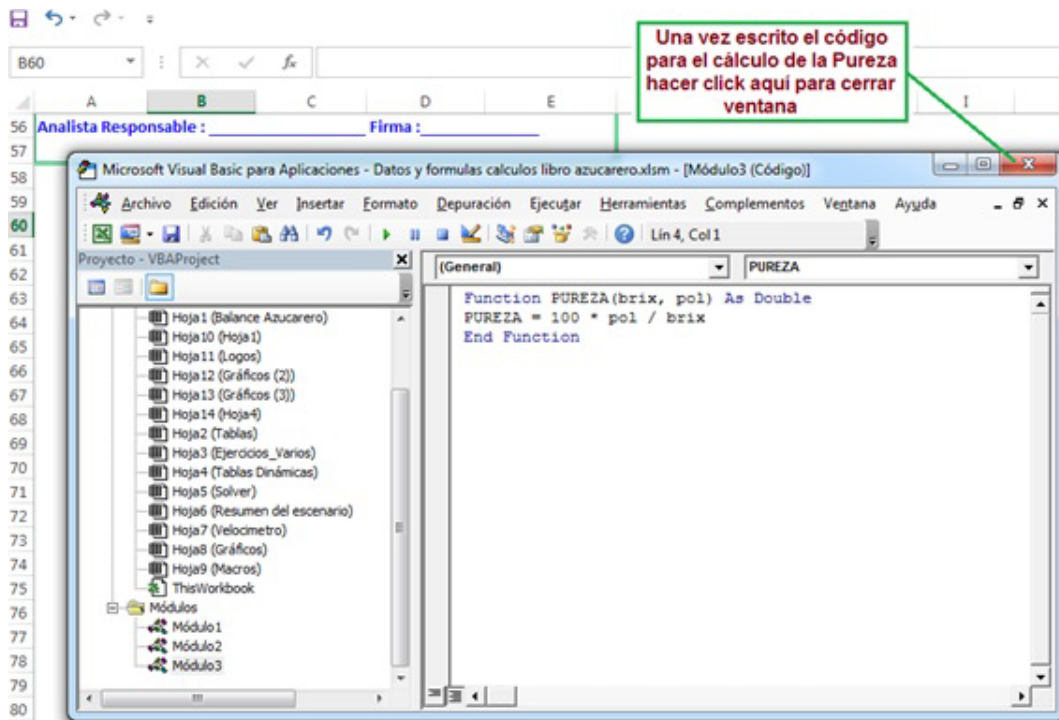


Ilustración 338: creando la función personalizada PUREZA

Para observar el funcionamiento de la función creada, en una celda de Excel escribir  $=PUREZA(19,25;15,98)$  y Excel arrojará un resultado de 83,01. Es necesario indicar que los argumentos de la función PUREZA, tanto Brix como Pol, pueden también estar referidos a celdas; por ejemplo, si en la celda B63 está ingresado el valor del Brix y en la celda B64 está ingresado el valor del Pol, entonces, para calcular la pureza, escribir en la celda B65 o en otra celda la fórmula o función  $=PUREZA(B63;B64)$  y Excel arrojará el resultado correspondiente como indica ilustración 339:

|    | A      | B     | C     | D | E | F |
|----|--------|-------|-------|---|---|---|
| 54 |        |       |       |   |   |   |
| 55 |        |       |       |   |   |   |
| 56 |        |       |       |   |   |   |
| 57 |        |       |       |   |   |   |
| 58 |        |       |       |   |   |   |
| 59 |        |       |       |   |   |   |
| 60 |        |       | 83,01 |   |   |   |
| 61 |        |       |       |   |   |   |
| 62 |        |       |       |   |   |   |
| 63 | Brix   | 15,52 |       |   |   |   |
| 64 | Pol    | 13,85 |       |   |   |   |
| 65 | Pureza | 89,24 |       |   |   |   |
| 66 |        |       |       |   |   |   |

Ilustración 339: aplicando la función PUREZA en algunas celdas

¿Qué pasaría si el argumento Brix de la función PUREZA fuera 0,00 Excel desplegará un error del tipo #¡VALOR debido a que un valor está siendo dividido para 0,00? Para evitar este error, puede mejorarse la programación de la función PUREZA, introduciendo la instrucción condicional If ..Then...Else.. End If que tiene la misma funcionalidad u objetivo de la función lógica Si(prueba\_lógica;[valor\_si\_verdadero];[valor\_si\_falso]) aplicada en capítulos anteriores. La instrucción MsgBox permite crear un mensaje de acuerdo a la necesidad de usuario.

La modificación de la programación de la instrucción PUREZA es realizada oprimiendo simultáneamente las teclas [Alt+F11] y proceder con los cambios en las líneas de programación como indica la ilustración 340 y luego cerrar la ventana del editor haciendo clic en el ícono.

Ahora, en una celda de la hoja de Excel, digitar por ejemplo =PUREZA(0;16,25) y la función emitirá un mensaje de advertencia tal como indica la ilustración 341. Si la función digitada es =PUREZA(18;16), la función no emitirá ningún mensaje y en la celda exhibirá el valor de 88,88.

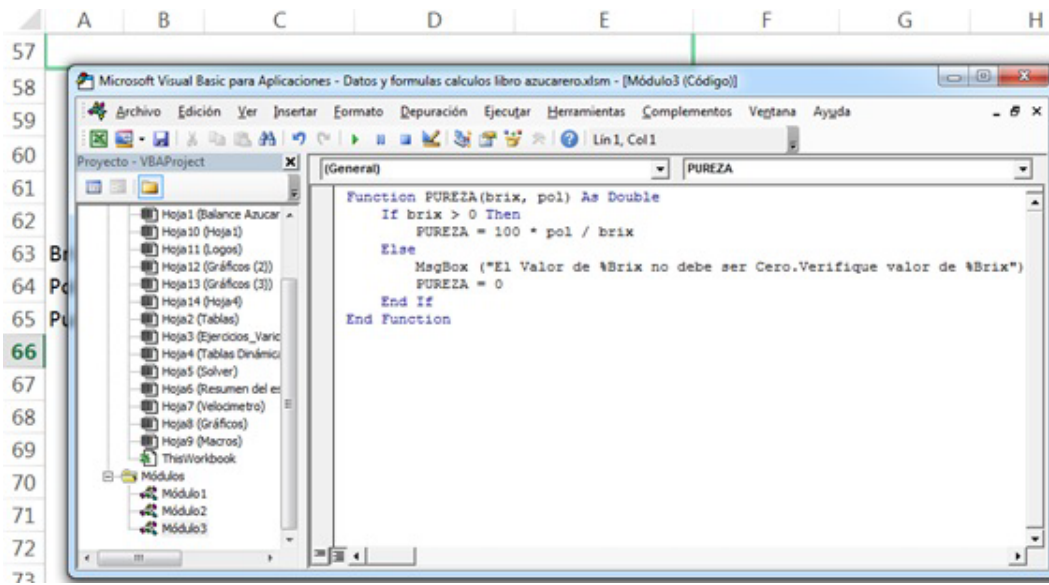


Ilustración 340: mejorando la programación de la función PUREZA

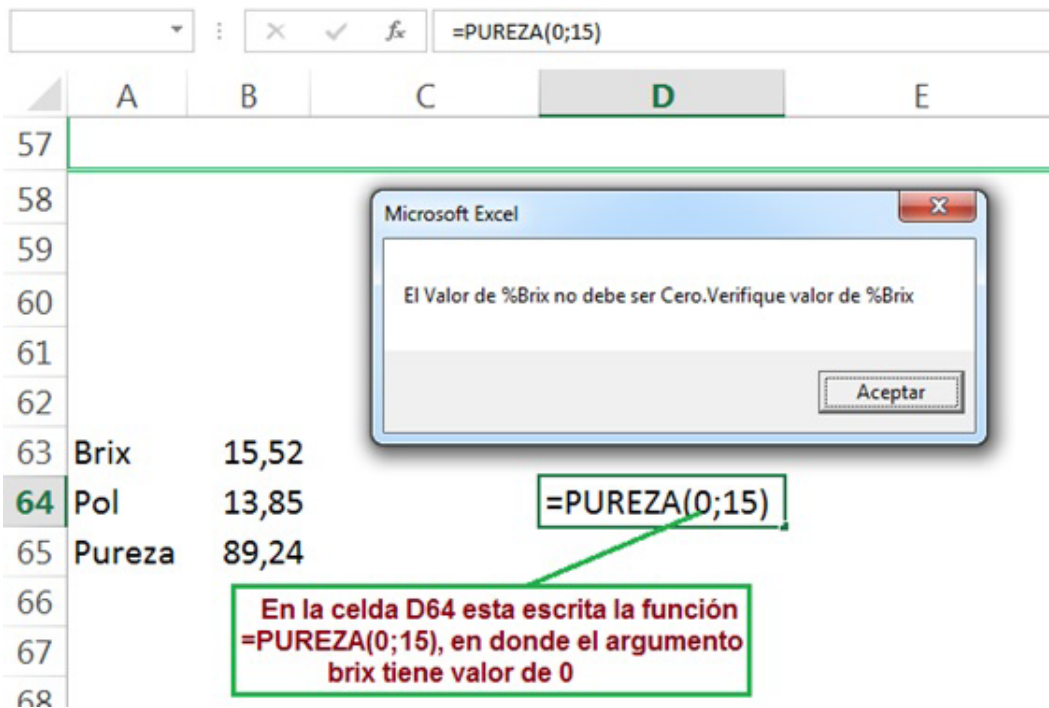


Ilustración 341: la función PUREZA emitiendo mensaje cuando argumento Brix es igual a 0

La creación de dos funciones personalizadas, tales como las fórmulas de SJM y Winter- Carp, fórmulas utilizadas ampliamente en los ingenios azucareros para determinar el porcentaje de azúcar disponible en un material azucarero, serán explicadas sucintamente a continuación:

Oprimir simultáneamente las teclas [Alt+F11] para mostrar el editor de Visual Basic. En la barra de menú del editor, hacer clic sucesivamente en la opción Insertar y Módulo como muestra la ilustración 342:



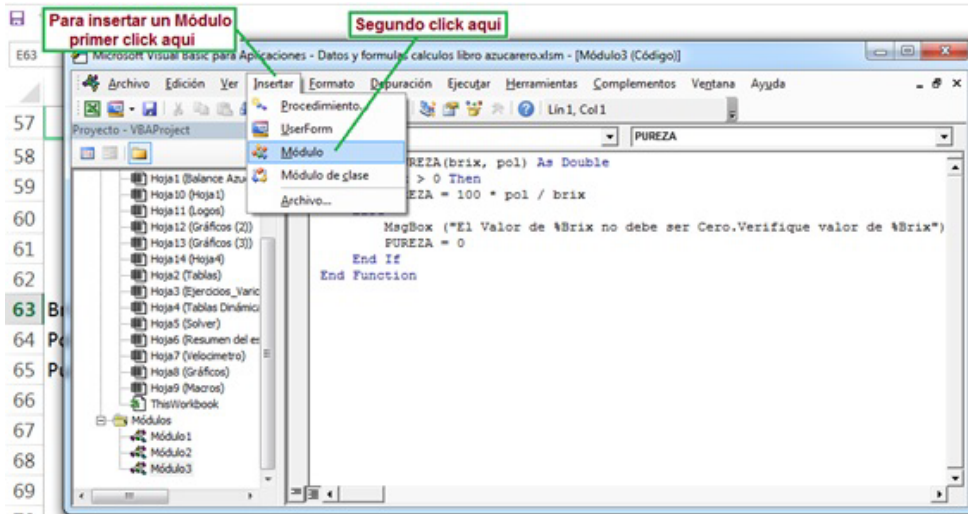


Ilustración 342: insertando un nuevo módulo para nueva función

Luego, en el nuevo módulo, escribir las líneas de programación indicadas en la ilustración 343 que corresponden a la creación de la función SJM que permite calcular el porcentaje de azúcar disponible de acuerdo a la fórmula SJM. Nótese que, para su cálculo, la función SJM requiere el ingreso de tres argumentos, tales como azúcar, jugo y miel, que significa la pureza de estos materiales; hacer clic en el ícono para cerrar la ventana del editor. Siguiendo el mismo procedimiento utilizado en la creación de la función SJM, crear la función WINTER con las líneas de programación indicadas en la ilustración 343:

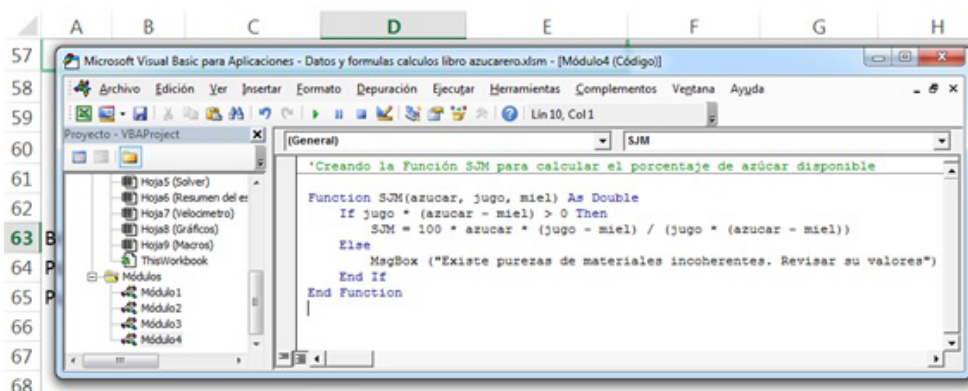


Ilustración 343: escribiendo líneas de programación para la función SJM

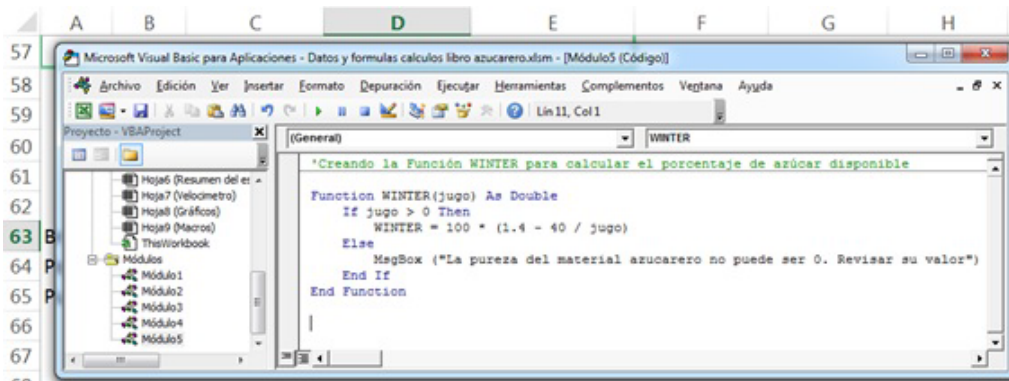


Ilustración 344: escribiendo líneas de programación para la función WINTER

En la ilustración 345, puede verse la aplicación de estas dos últimas funciones creadas en una celda de Excel:

|    | D                 | E     | F | G | H |
|----|-------------------|-------|---|---|---|
| 57 |                   |       |   |   |   |
| 58 |                   |       |   |   |   |
| 59 |                   |       |   |   |   |
| 60 |                   |       |   |   |   |
| 61 |                   |       |   |   |   |
| 62 |                   |       |   |   |   |
| 63 |                   | 92,38 |   |   |   |
| 64 |                   | 91,90 |   |   |   |
| 65 | Pureza Azúcar     | 99,82 |   |   |   |
| 66 | Pureza Material   | 84,15 |   |   |   |
| 67 | Pureza Miel Final | 34,00 |   |   |   |
| 68 | SJM               | 90,38 |   |   |   |
| 69 |                   |       |   |   |   |

En la celda E63 esta la función  
`=WINTER(84)`

En la celda E64 esta la función  
`=SJM(99,75;85,15;32)`

En la celda E68 esta la función  
`=SJM(E65,E66;E67)`  
trabajando con referencias de celdas

Ilustración 345: aplicación de las funciones SJM y WINTER en algunas celdas de Excel

En estos ejemplos de funciones, solamente han sido utilizadas unas pocas instrucciones de programación asimilables para los usuarios que no tienen conocimientos de programación. En los siguientes párrafos, serán tratadas muchas más instrucciones que permiten realizar aplicaciones de mayor alcance y utilidad.

### 4.3. PROGRAMANDO EN VISUAL BASIC PARA EXCEL

La programación en Visual Basic básicamente consiste en un conjunto de instrucciones en secuencia lógica que realizan una serie de tareas con el objetivo específico de presentar soluciones a problemas, utilizando la funcionalidad de una hoja de Excel.

Las funciones personalizadas creadas en párrafos anteriores constituyen ejemplos muy sencillos de un programa Visual Basic, en que fueron utilizadas apenas unas pocas instrucciones para lograr cierto objetivo.

Las instrucciones Visual Basic en un programa realizan tareas puntuales y pueden ser invocadas o repetirse varias veces en un mismo programa. A continuación, es presentada una serie de comandos o instrucciones y su utilidad:

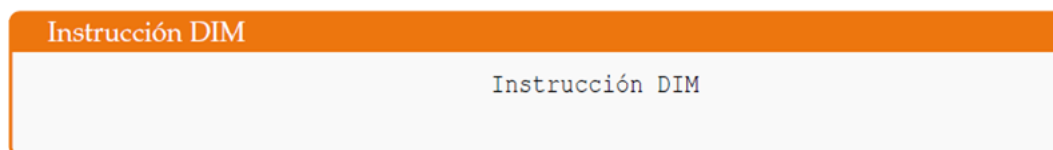


Ilustración 346: Instrucción DIM

Dim permite declarar el tipo de variable de uso en el programa.

En todo programa de Visual Basic, es recomendable declarar el tipo de variables con las que van a trabajarse en un programa. Los principales tipos de variables son:

Integer: la variable admitirá valores enteros entre -32.768 a 32. 767.Long: la variable admitirá valores enteros entre -2.147.483.648 a 2.147.483. 647.Single: la variable admitirá valores con decimales de precisión simpleDouble: la variable admitirá valores con decimales de precisión dobleDate: la variable admitirá valores de fechaString: la variable admitirá caracteres o textoVariant: la variable admitirá cualquier tipo de dato.

Ejemplos del uso de Dim:

1. Dim Brix, Pol As Double

Las variables Brix y Pol manejarán valores con decimales.

2. Dim material As String

La variable material admitirá solo textos o caracteres

3. Dim fecha As Date

La variable fecha solo aceptará referencias de fechas

4. Dim templa AS integer

La variable templa aceptará solo valores enteros.

#### Instrucción Inputbox

```
Instrucción Inputbox (textmensaje, tituloventana)
```

*Ilustración 347: Instrucción INPUTBOX*

La instrucción Inpubox es una de las formas sencillas que permite ingresar datos o valores al programa. Estos datos o valores servirán para realizar acciones como cálculos o asignaciones. El argumento textmensaje es un texto que identifica la razón del dato a ingresar, y tituloventana es el texto que aparecerá como título de la ventana.

Ejemplos del uso de Inputbox

1. Laboratorio=Inputbox("Deme dato del% Brix", "Ventana Ingreso de datos" )

El programa solicitará un dato para el % Brix y su valor le asignaría a la variable laboratorio. Además, en el título de la ventana aparecerá el texto Ventana de Ingreso de datos.

2. Inputbox("Ingresa el nombre del Analista")

El programa solicita un dato que corresponde al nombre de una analista, pero este dato no es asignado a ninguna variable.

## Instrucción MsgBox

Instrucción MsgBox (texmensaje)

*Ilustración 348: Instrucción MSGBOX*

La instrucción MsgBox, en una de su escritura más sencilla, permite mostrar un mensaje cuando el programa está ejecutándose. El argumento textmensaje es un texto que será mostrado en el mensaje.

### Ejemplos del uso de MsgBox

1. MsgBox("Recuerde que el valor del%Pol no debe ser valor cero")

El programa en su ejecución mostrará un mensaje recordatorio al usuario con el texto. Recuerde que el valor del%Pol no debe ser valor cero.

Con las tres instrucciones Visual Basic explicadas, puede crearse ya unos pequeños ejercicios de programación como los siguientes:

### Ejercicio 1

Diseñar un programa que muestre el mensaje "Este es el primer programa para azucareros"; a continuación, el programa debe solicitar valores para Brix y Pol.

### Solución

Primeramente, desplegar el editor de Visual Basic oprimiendo simultáneamente la tecla [Alt+F11]. Para crear un programa, en el área en blanco del editor, escribir la instrucción Sub seguido del nombre del programa, en este caso Primer programa, oprimir la tecla [Intro] y automáticamente Visual Basic agrega la instrucción End Sub.

A continuación de la instrucción Sub, escribir las siguientes instrucciones:

```
Dim datobrix, datopol AS double  
MsgBox(" Este es el primer programa para azucareros")  
datobrix=Inputbox(" Ingrese el dato del % Brix","Ventana de Ingreso de dato Brix")  
datopol=Inputbox("Ingrese el dato del % Pol","Ventana de Ingreso de dato Pol")
```

*Ilustración 349: Instrucción Sub*

Una vez ingresadas las instrucciones del primer programa, el editor será como la ilustración 350:

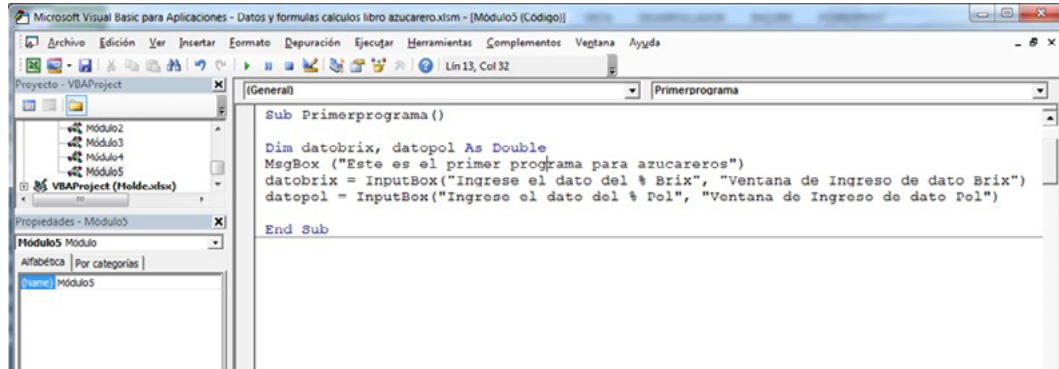


Ilustración 350: instrucciones Visual Basic para el primer programa

Para ejecutar el programa, oprimir la tecla [F5] o, también, en la barra de menú del Editor de Visual Basic, hacer clic la opción Ejecutar y, seguidamente, clic en la opción Ejecutar Sub/UserForm, como indica la ilustración 350. Tan pronto el programa empieza a ejecutarse, irán desplegándose, en forma secuencial, las ventanas indicadas en la ilustración 351, a medida que van ingresando los datos para Brix y Pol.

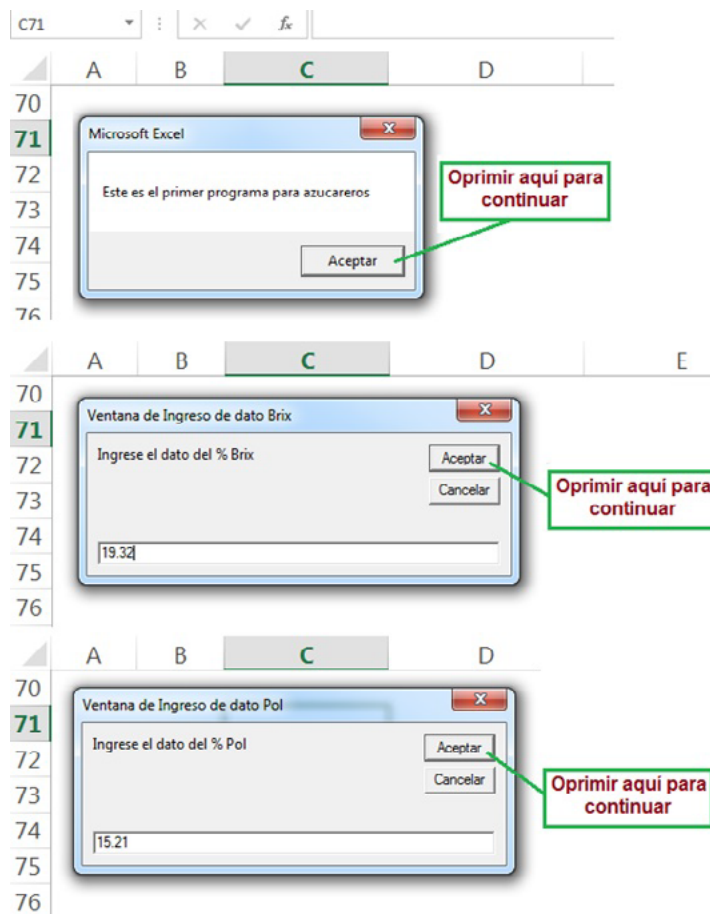


Ilustración 351: ventanas Resultantes de la ejecución del primer programa

## Explicación

La instrucción `Sub primerprogramade` de la primera línea sirve para la creación del programa. Nótese que, una vez que se escribe esta primera línea, Visual Basic automáticamente agrega la instrucción `End Sub`.

En la segunda línea, la instrucción `Dim datobrix, datopol As Double` permite declarar las variables que van ser utilizadas en el programa; en este caso, las variables `datobrix` y `datopol`.

En la tercera línea del programa `MsgBox` (este es el primer programa para azucareros), sirve para emitir una ventana de mensaje que contendrá el texto entre comillas.

La cuarta línea `datobrix=Inputbox("Ingrese el dato del% Brix", "Ventana de Ingreso de dato Brix")` permite, mediante la presentación de una ventana, solicitar al usuario que digite el dato del Brix y el valor digitado es asignado a la variable `datobrix`.

La quinta línea `datopol=Inputbox("Ingrese el dato del% Pol", "Ventana de Ingreso de dato Pol")` permite, por medio de la presentación de una ventana, solicitar al usuario que digite el dato del Pol, y el valor digitado es asignado a la variable `datopol`.

En la sexta línea, la instrucción `End Sub` indica el término o final del programa.

## Ejercicio 2

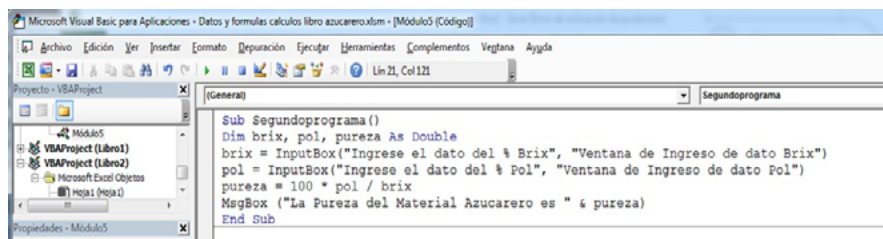
Realizar un programa que permita ingresar los valores de Brix y Pol y luego calcule la pureza.

## Solución

Las instrucciones de declaración e ingreso de datos son similares al ejercicio 1 y, para calcular la pureza, debe incluirse la fórmula para calcularla que es obtenido multiplicando 100 por la división entre Pol y Brix.

Para escribir las instrucciones, desplegar el editor de Visual Basic oprimiendo simultáneamente la tecla `[Alt+F11]`. Para crear un programa, escribir la instrucción `Sub` seguido del nombre del programa, en este caso `Segundoprograma`, oprimir la tecla `[Intro]` y automáticamente Visual Basic agrega la instrucción `End Sub`.

La ilustración 352 presenta el código de programación para el ejercicio 2. Oprimir la tecla `[F5]` para ejecutar el programa, cuyos resultados verán como la ilustración 353:



```

Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Datos y formulas calculo libro azucarero.xlsm - [Módulo5 (Código)]
Archivo  Edición  Ver  Insertar  Formato  Depuración  Ejecutar  Herramientas  Complementos  Ventana  Ayuda
Lin 21, Col 121
Proyecto - VBAProject
Módulo5
VBAProject (Libro1)
VBAProject (Libro2)
Microsoft Excel Objetos
Hoja1 (Hoja1)
Propiedades - Módulo5
[Generar]
Segundoprograma

Sub Segundoprograma ()
Dim brix, pol, pureza As Double
brix = InputBox("Ingrese el dato del % Brix", "Ventana de Ingreso de dato Brix")
pol = InputBox("Ingrese el dato del % Pol", "Ventana de Ingreso de dato Pol")
pureza = 100 * pol / brix
MsgBox ("La Pureza del Material Azucarero es " & pureza)
End Sub

```

Ilustración 352: instrucciones Visual Basic para el segundo programa

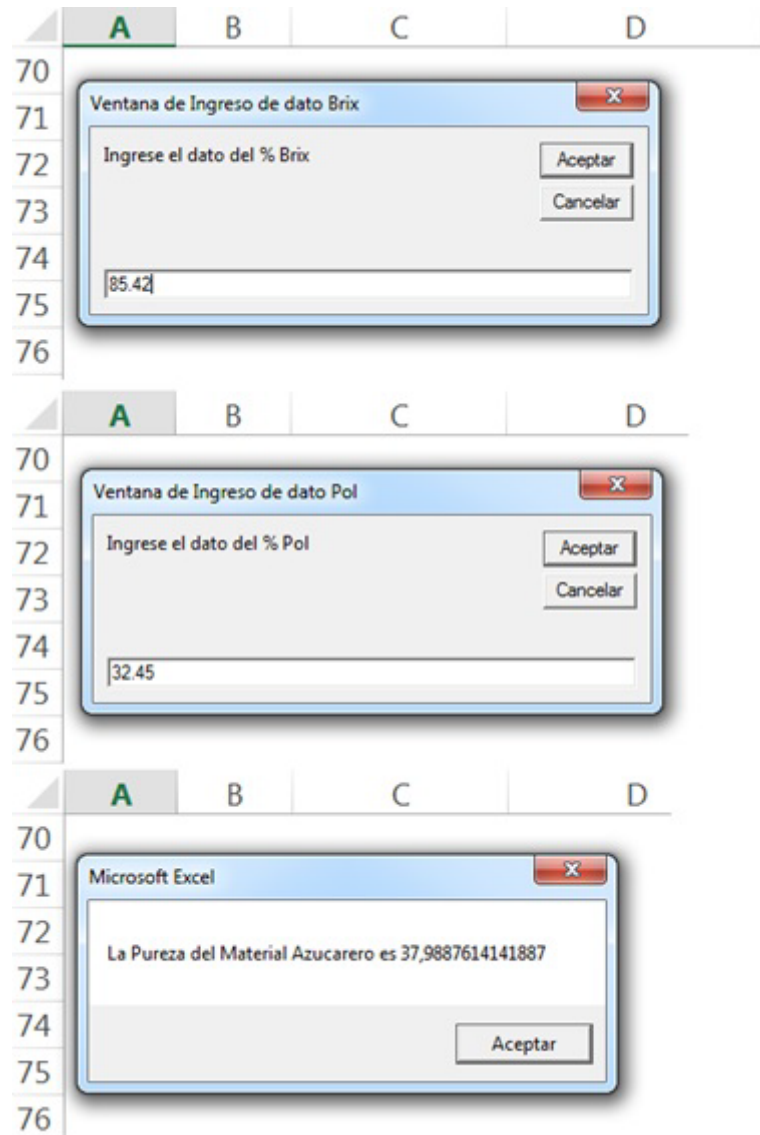


Ilustración 353: ventas resultado del segundo programa

### Instrucción If .. Then

```

Instrucción If operador Lógico Then
    Instrucciones para verdad
    .....
Else
    Instrucciones para falso
    .....
End If
  
```

La instrucción If ...Else ...Endif permite realizar operaciones lógicas o de condición entre expresiones. Esta instrucción tiene similar desempeño que la función lógica de Excel Si(prueba\_lógica;[valor\_si\_verdadero];[valor\_si\_falso]) utilizada en varios ejercicios en capítulos anteriores.

Como ejemplo de la aplicación de la instrucción If, si se quiere comparar el dato brix1 con el dato brix2 y determinar cuál de los datos Brix es el mayor, la instrucción será:

```
If brix1>brix2 Then
  MsgBox("El dato brix1 es mayor")
Else
  MsgBox("El dato brix2 es mayor")
End If
```

#### Instrucción Worksheets

```
Instrucción Worksheets (nom_hoja) .Activate
```

*Ilustración 354: Instrucción WORKSHEETS*

La instrucción Worksheets(nom\_hoja). Activate impulsa una hoja existente en Excel. Cuando esta instrucción es ejecutada, el cursor de Excel estará ubicado o activo en la hoja indicada en la instrucción. Por ejemplo, la instrucción Worksheets("Hoja4"). Activate generará la Hoja4 del libro de Excel y el cursor aparecerá en esta hoja.

Obsérvese que el nombre de la hoja nom\_hoja debe ir entre comillas; además, si el nombre de la hoja o la hoja no existe, Excel desplegará un error:

#### Instrucción Range(cells1,cell2..).Select

```
Instrucción Range (cells1, cell2..) .Select
```

*Ilustración 355: Instrucción RANGE(cell1,cell2..).Select*

Esta instrucción selecciona o activa una celda o rango de celdas en una hoja activa de Excel. Cuando una celda es seleccionada mediante este comando, el cursor aparecerá habilitado sobre esa celda.

Ejemplo 1: Range("A1000"). Select con esta instrucción el cursor será ubicado en la celda A1000 de la hoja activa.

Ejemplo 2: Range("B10:F20"). Select permite activar el rango B10:F20 de la hoja actual de trabajo.

Ejemplo 3: Application.Goto (ActiveWorkbook.Sheets("Hoja5").Range("AB500")) esta instrucción activa la hoja con el nombre "Hoja5" y ubica el cursor en la celda AB500.

La instrucción Cells(fila,columna).Selectes equivalente de la instrucción Range(cells1,cell2..).Select, en que fila es el número de la fila y columna el número de la columna. Por ejemplo, Cells(2,5) corresponderá a la celda E2, y Cells(8,2) corresponderá a la celda B8.



**Instrucción Range(cells1,cells2...).Value**

```
Instrucción Range (cells1, cell2..).Value
```

*Ilustración 356: Instrucción Range(cells1,cells2..).Value*

Instrucción que permite asignar un valor a la celda correspondiente a cell1, cell2. de la hoja activa. La instrucción Cells(fila,columna).Value es equivalente de la instrucción Range(cells1,cell2..).Value, en que fila es el número de la fila y columna el número de la columna. Por ejemplo, Cells(3,2) corresponderá a la celda B3, Cells(8,3) corresponderá a la celda C8.

Ejemplo1: Range("C21").Value="Azúcar" escribirá en la celda C21 de la hoja activa el texto "Azúcar".

Ejemplo 2: Range("A1:C20"). Value=35 llenará el rango de celdas A1:C20 con el valor de 35.

Ejemplo 3: Brix=Range("A1"). Value asigna el valor de la celda A1 de la hoja activa a la variable Brix.

Ejemplo 4:

```
Worksheets (" Hoja 4 "). Activate  
Range ("D15 "). Select  
Range ("D15 "). Value="El color del azúcar"
```

*Ilustración 357: instrucciones Worksheets y Range*

En estas instrucciones, Excel activa la hoja denominada "Hoja4", ubica el cursor en la celda D15 y escribe en ella el texto "El color del azúcar".

**Ejercicio 3**

Generar un programa en Visual Basic para Excel que permita ingresar 2 datos que corresponden a% Brix y 2 datos para% Pol; luego, para cada par de datos, calcular la pureza. Después, en la Hoja2 en las celdas A2,A3, B2,B3, C2 y C3, escribir los datos y cálculos obtenidos, así como sus respectivas etiquetas.

**Solución**

En la ilustración 358, puede observarse el programa con cada una de las instrucciones utilizadas para la resolución del programa y que, una vez ingresados los datos, la ilustración 359 presenta la Hoja2 con la solución del ejercicio.

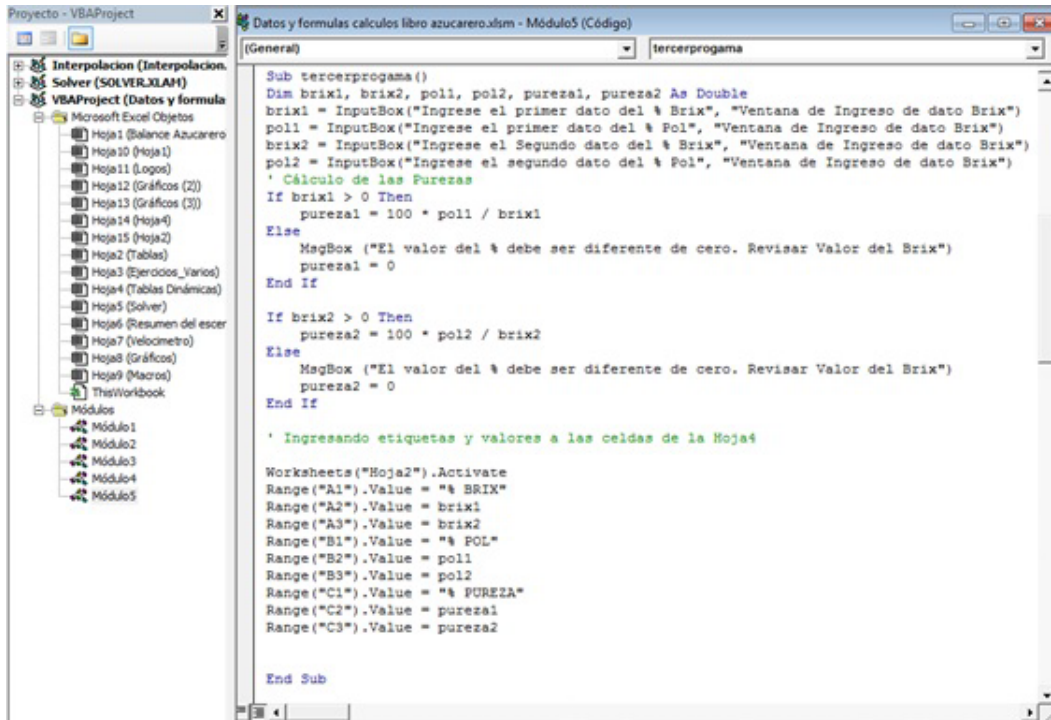


Ilustración 358: instrucciones Visual Basic para solución de ejercicio 3

|   | A      | B     | C        | D | E | F | G | H |
|---|--------|-------|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | % BRIX | % POL | % PUREZA |   |   |   |   |   |
| 2 | 15,63  | 13,25 | 84,77    |   |   |   |   |   |
| 3 | 18,44  | 15,66 | 84,92    |   |   |   |   |   |
| 4 |        |       |          |   |   |   |   |   |
| 5 |        |       |          |   |   |   |   |   |
| 6 |        |       |          |   |   |   |   |   |
| 7 |        |       |          |   |   |   |   |   |
| 8 |        |       |          |   |   |   |   |   |
| 9 |        |       |          |   |   |   |   |   |

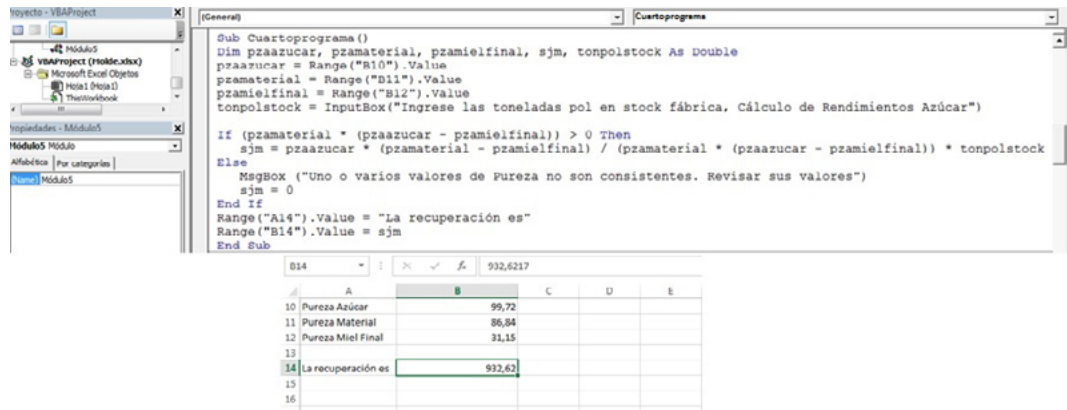
Ilustración 359: resultados del ejercicio 3 en Hoja2 de Excel

### Ejercicio 4

En la celda B10, B11 y B12 de una hoja de Excel, ingresar tres valores que significan pureza de azúcar, pureza de material azucarero y pureza de miel final. El inventario o *stock* de fábrica debe solicitarse al jefe de laboratorio. Diseñar un programa en Visual Basic de Excel para calcular las toneladas de Pol recuperadas con base en fórmula SJM. El resultado debe presentarse en la celda B14.

## Solución

Para el cálculo de la recuperación de Pol mediante la fórmula SJM, las purezas serán tomadas de las celdas B10, B11 y B12 que previamente serán digitadas por el usuario. La ilustración 360 presenta el código de programación y sus resultados en la hoja de Excel para este ejercicio.



```

Sub Cuartoprograma()
Dim pzaazucar, pzamaterial, pzamielfinal, sjm, tonpolstock As Double
pzaazucar = Range("B10").Value
pzamaterial = Range("B11").Value
pzamielfinal = Range("B12").Value
tonpolstock = InputBox("Ingrese las toneladas pol en stock fábrica. Cálculo de Rendimientos Azúcar")

If (pzamaterial * (pzaazucar - pzamielfinal)) > 0 Then
    sjm = pzaazucar * (pzamaterial - pzamielfinal) / (pzamaterial * (pzaazucar - pzamielfinal)) * tonpolstock
Else
    MsgBox ("Uno o varios valores de Pureza no son consistentes. Revisar sus valores")
    sjm = 0
End If
Range("A14").Value = "La recuperación es"
Range("B14").Value = sjm
End Sub

```

|    | A                  | B      | C | D | E |
|----|--------------------|--------|---|---|---|
| 10 | Pureza Azúcar      | 99,72  |   |   |   |
| 11 | Pureza Material    | 86,84  |   |   |   |
| 12 | Pureza Miel Final  | 31,15  |   |   |   |
| 13 |                    |        |   |   |   |
| 14 | La recuperación es | 932,62 |   |   |   |
| 15 |                    |        |   |   |   |
| 16 |                    |        |   |   |   |

Ilustración 360: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 4

### Instrucción For .. TO ..Next

```

Instrucción For variable_cont TO alcance Step incremento
...instrucciones
...instrucciones
Next variable

```

Ilustración 361: Instrucción For.. TO..Next

Este comando llamado *bucle* permite ejecutar una serie de instrucciones reiteradamente o un número de veces, según indique la variable contador. Los argumentos que le acompañan son:

**variable\_cont:** es la variable que irá contabilizando el número de veces que se ejecuta la serie de instrucciones. La variable\_cont debe ser declarada como Integer.

**Alcance:** un número o una variable que indica el número de veces que se ejecuta la serie de instrucciones.

**Incremento:** el incremento que sufrirá la variable\_cont. Por defecto, el incremento será en 1. El incremento puede estar representado por un número o una variable.

Ejemplo 1: mostrar el mensaje "Ingenio Azucarero" 10 veces.

```
Dim i As Integer
For i=1 To 10
    MsgBox("Ingenio Azucarero")
Next i
```

Ilustración 362: instrucción MsgBox

### Explicación

Este programa ejecutará 10 veces todas las instrucciones que se encuentran entre For i=1 To 10 y Next i. Es decir, mostrará el mensaje "Ingenio Azucarero" diez veces

Ejemplo 2: ingresar 5 datos que representan toneladas, cada uno de ellos multiplicarlos por 2 y mostrar su resultado en un texto mensaje.

```
Dim j As Integer , brix ,tbrix As double
For j=1 To 5
    brix=Inputbox("Deme el dato del %Brix","Ingreso de Datos")
    tbrix=2*brix
    MsgBox("El resultado del %Brix corregido es "&tbrix)
Next j
```

Ilustración 363: Ingreso de datos a un vector

**Instrucciones For...Next Anidados:** los For... Next anidados son aquellos en que una o más instrucciones For. Next están embebidas o forman parte del conjunto de instrucciones que son internas a un For Next externo; así, en el siguiente ejemplo, el bucle For i=1 To 4 es una instrucción interna o que esta al interior del bucle For j=1 to 6.

```
Dim i , j As Double
For j=1 To 6
    MsgBox("Hola")
    For i=1 To 4
        MsgBox("Ingenio")
    Next i
Next j
```

Ilustración 364: ciclos anidados con sentencia For

### Explicación

Cuando el programa es ejecutado, el contador de la instrucción For j=1 inicia con el valor de 1. Luego, es procesada la instrucción interna MsgBox("Hola"). A continuación, es procesado el ciclo For i=1 y sus instrucciones internas por 4 veces; es decir, mostrará 4 veces el mensaje "Ingenio" y, seguidamente, el contador del ciclo For j es incrementado en 1, esto es j ahora tendrá el valor de 2, nuevamente mostrará el mensaje "Hola" y

volverá a procesarse nuevamente 4 veces el ciclo For i. En resumen, este programa mostrará 6 veces el mensaje “Hola” y 24 veces el mensaje “Ingenio”.

### Ejercicio 5

El departamento de elaboración dispone de datos producción de sacos de azúcar de 10 días y de 8 días de toneladas de caña molida. Elaborar un programa para calcular el total de producción de sacos de azúcar y el total de caña molida.

### Solución

La solución de este problema incluirá dos ciclos For. Next independientes. El primer ciclo For. Next procesará datos de producción de azúcar, mientras que el segundo ciclo For. Next lo hará con datos de caña molida. La ilustración 365 presenta código de programación y los resultados de su corrida.

The image displays the Microsoft Visual Basic for Applications environment. The main window shows the VBA code for a sub procedure named 'Quintoprograma'. The code uses two nested loops to calculate the total production of sugar bags and molasses. The first loop iterates from 1 to 10, and the second loop iterates from 1 to 8. The code uses 'InputBox' to prompt the user for input and 'MsgBox' to display the results.

```

Sub Quintoprograma()
Dim i, j As Integer, azucar, cana, totalazucar, totalcana As Double
totalazucar = 0
totalcana = 0
For i = 1 To 10
azucar = InputBox("Ingrese Sacos de Azúcar día " & i)
totalazucar = totalazucar + azucar
Next i

For j = 1 To 8
cana = InputBox("Ingrese Toneladas Caña Molida día " & j)
totalcana = totalcana + cana
Next j

MsgBox ("La cantidad de sacos de azucar producida en los 10 días es " & totalazucar)
MsgBox ("Las Toneladas de Caña Molida en los 8 días es " & totalcana)

End Sub

```

Below the code window, four Excel dialog boxes are shown, illustrating the input and output of the program. The first dialog box prompts for the number of sugar bags produced on day 1, with the input '21600'. The second dialog box displays the total quantity of sugar bags produced in 10 days as 189920. The third dialog box prompts for the number of molasses tons produced on day 1, with the input '10500'. The fourth dialog box displays the total quantity of molasses tons produced in 8 days as 83350.

Ilustración 365: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 5: cálculo de producción de azúcar y toneladas caña molida

En ensayos de laboratorio fue obtenida la siguiente tabla que muestra los valores de la temperatura y factores de corrección para el color de un jarabe. Diseñar un programa para ingresar los valores de la tabla a utilizando, en la Hoja2, las columnas A y B y desde la fila 20.

| Temperatura °C | Factor Corrección |
|----------------|-------------------|
| 20             | 1.0000            |
| 25             | 1.0254            |
| 30             | 1.0348            |
| 25             | 1.0589            |
| 40             | 1.0974            |

Ilustración 366: Temperatura vs Factor de Corrección

### Solución

Al tratarse de una tabla, la posición de sus elementos estará definida por una ubicación de fila y ubicación de columna; por ejemplo, el primer valor de la temperatura (20 °C) tendrá la posición 1,1, el segundo valor (25 °C) la posición 2,1 y así sucesivamente, mientras que la posición para el primer valor del factor de corrección (1.0000) será 2,1, el segundo valor (1.0254) tendrá la posición 2,1 y así sucesivamente. El programa utilizará instrucciones For. Next anidados, en que, con el For. Next interno, serán ingresados los valores por fila y el For. Next externo estará controlando el ingreso de los valores por columna.

En la ilustración 367, puede observarse el código de programación y el resultado de la corrida o ejecución del programa.

Nótese que, en la instrucción Dim, además de la declaración de las variables i y j, son declaradas las variables temperatura (10,10) y corrección(10,10); estas dos últimas variables constituyen una matriz que son arreglos dimensionales, en este caso bidimensionales, conformados por filas y columnas, por lo que deben declararse con sus respectivos subíndices, que son aquellos valores o variables entre paréntesis, o sea los valores 10,10 que significa que, en el programa, acepta datos distribuidos en una tabla o matriz constituida por diez filas y 10 columnas, declaraciones que satisfacen las necesidades reales del ejercicio, ya que solamente es necesaria una matriz de 5 filas y 2 columnas.

Obsérvese también la inclusión de la instrucción Cells(...).Value, que es equivalente a la instrucción Range(...).Value, tal como lo indicado en párrafos arriba. Por facilidad en el manejo de subíndices mediante las variables contador, tales como i y j, en este programa es utilizada la instrucción Cells(...). Value, aunque también se recurre a la instrucción Range(...) con ciertas variantes en el programa.

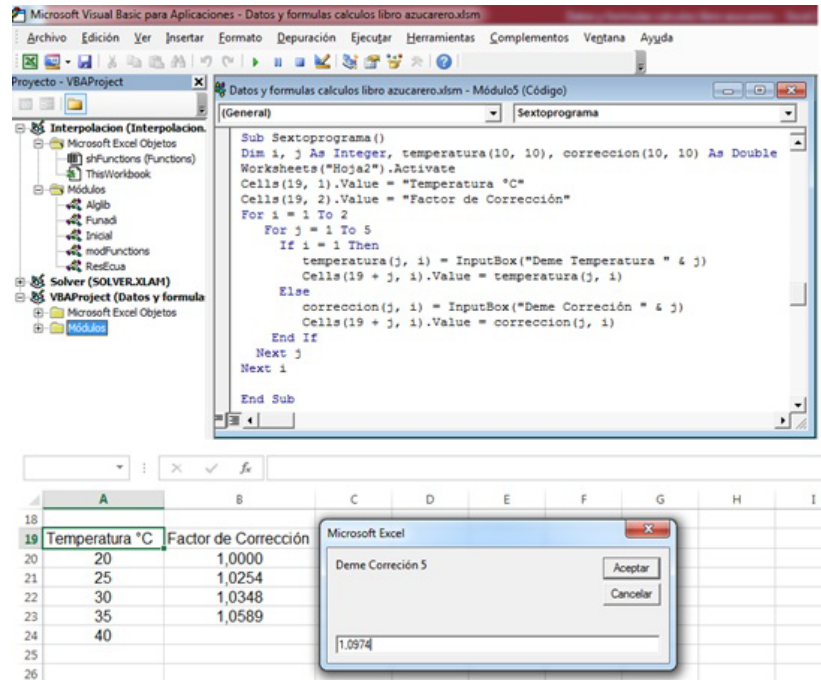


Ilustración 367: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 6 tabla de temperatura vs factor de corrección

### Instrucción Do While operador\_lógico

```
Instrucción Do While operador_lógico
...instrucciones
...instrucciones
Exit Do
...instrucciones
Loop
```

Ilustración 368: formato de Instrucción Do While

La instrucción o bucle Do While tiene un comportamiento muy similar a la instrucción For...Next; es decir, repite una serie de acciones un número de veces hasta que el operador lógico sea falso.

Ejemplo 1: escribir un programa que reiteradamente permita ingresar un dato que significa hectáreas cosechadas y que termine el ingreso cuando el valor de las hectáreas cosechadas sea un valor negativo.

```
Sub ciclo ()
Dim hcosecha As Single
Do While hcosecha >= 0
    hcosecha = InputBox("Deme hectáreas cosechadas", "Ingreso de datos")
Loop
End Sub
```

Ilustración 369: valor de la cosecha por hectárea

## Explicación

Cuando el programa es ejecutado, empezará a solicitar el dato de las hectáreas cosechadas indefinidamente hasta cuando el usuario digite un valor negativo; esto sucede porque la instrucción Do While está condicionada por el operador lógico, en este caso  $hcosecha \geq 0$ , que indica que todas las instrucciones al interior de Do While serán ejecutadas siempre que el valor de las hectáreas cosechadas sea cero o mayor de cero; caso contrario, el programa terminará.

## Ejemplo 2

Diseñar un programa que lea los valores del rango de celdas A1:A100, mostrar su valor. El programa debe terminar en el caso que el valor leído de la celda sea mayor a 500.

```
Sub ciclo1()
    Dim j, valor As Single
    j = 0
    Do While valor < 500 And j <= 99
        j = j + 1
        Range("A" & j).Select
        valor = Range("A" & j).Value
        MsgBox ("El valor de la celda A" & j & " " & valor)
    Loop
End Sub
```

Ilustración 370: barrido de valores en rango mayor a 500

## Explicación

En el programa, las instrucciones al interior del bucle Do While serán ejecutadas siempre que el valor encontrado en la celda perteneciente al rango A1:A100 sea menor que 500 y que la fila de la celda sea menor o igual a 100; caso contrario, en programa finalizará.

## Ejercicio 6

En el área de evaporadores, las lecturas del % Brix (brix\_leido) y temperatura (temperatura\_leida) son ingresadas a través del teclado y, seguidamente, el Brix es corregido con la siguiente ecuación empírica provisional propuesta por laboratorio:

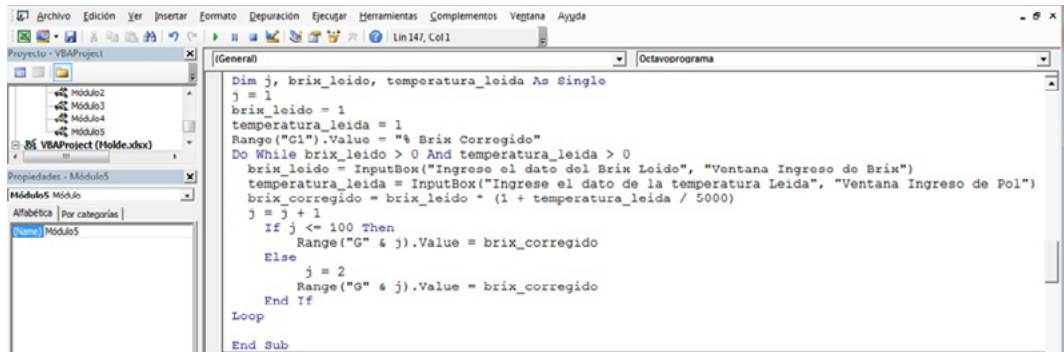
$$\text{Brix\_corregido} = \text{brix\_leido} (1 + \text{temperatura} / 5000).$$

Diseñar un programa para escribir el valor del Brix\_corregido secuencialmente en el rango de celdas G2:G1000 y que, una vez lleno de valores, volver a reescribirlos en el mismo rango. El programa debe terminar cuando los valores del brix\_leido y temperatura sean 0.0.



## Solución

Las instrucciones para resolver este problema son mostrados en la ilustración 370:



```

Dim j, brix_leido, temperatura_leida As Single
j = 1
brix_leido = 1
temperatura_leida = 1
Range("G1").Value = "% Brix Corregido"
Do While brix_leido > 0 And temperatura_leida > 0
    brix_leido = InputBox("Ingrese el dato del Brix Leido", "Ventana Ingreso de Brix")
    temperatura_leida = InputBox("Ingrese el dato de la temperatura Leida", "Ventana Ingreso de Pol")
    brix_corregido = brix_leido * (1 + temperatura_leida / 5000)
    j = j + 1
    If j <= 100 Then
        Range("G" & j).Value = brix_corregido
    Else
        j = 2
        Range("G" & j).Value = brix_corregido
    End If
Loop
End Sub

```

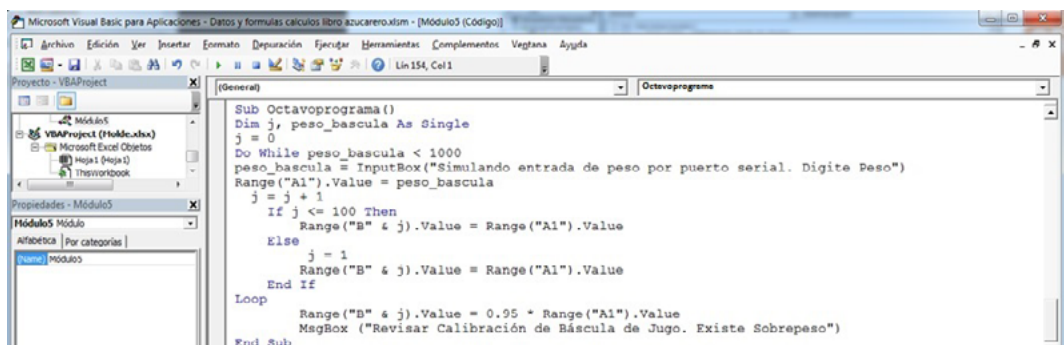
Ilustración 371: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 6: corrección empírica de Brix por temperatura

## Ejercicio 7

Desde la báscula de jugo, es enviado periódicamente el dato de peso a través del puerto serial del computador que, a su vez, lo escribe la celda A1 de una hoja de Excel. Diseñar un programa para leer el dato de la celda A1 e irlo escribiendo secuencialmente en el rango de celda B1:B100. Cada vez que el dato de la celda A1 es leído, debe reiniciarse con el valor 0.00. Si el dato del peso es mayor a 1000 debe corregirse con el factor 0.95, escribir un mensaje advirtiendo del sobrepeso y terminar el programa.

## Solución

Las instrucciones para resolver este problema son mostrados en la ilustración 371:



```

Sub OctavoPrograma()
    Dim j, peso_bascula As Single
    j = 0
    Do While peso_bascula < 1000
        peso_bascula = InputBox("Simulando entrada de peso por puerto serial. Digite Peso")
        Range("A1").Value = peso_bascula
        j = j + 1
        If j <= 100 Then
            Range("B" & j).Value = Range("A1").Value
        Else
            j = 1
            Range("B" & j).Value = Range("A1").Value
        End If
    Loop
    Range("B" & j).Value = 0.95 * Range("A1").Value
    MsgBox ("Revisar Calibración de Báscula de Jugo. Existe Sobrepeso")
End Sub

```

Ilustración 372: códigos de programación y resultados en una hoja de Excel para ejercicio 7: lectura y escritura de pesos de jugo

### Instrucción Select [Case

```

]

Instrucción Select [ Case ] variable a evaluar
    Case variable_1
        Instrucciones...
    Case variable_2
        Instrucciones...
    Case variable_n
        Instrucciones...
    Case Else
        Instrucciones...
End Select

```

Ilustración 373: Instrucción Select [Case]

La instrucción `Select Case...Case...End Select` posibilita seleccionar la ejecución de una serie de instrucciones o acciones de acuerdo al valor asignado a la variable a evaluar.

Ejemplo 1: realizar un programa para mostrar un menú con 3 opciones, la primera opción solicita datos de Brix leído y calcular el Brix corregido con la fórmula  $0.98 * \text{Brix leído}$ , la segunda opción calcula el Pol corregido mediante la fórmula  $0.195 * \text{Pol leído}$  y la tercera opción permite terminar el programa.

El código del programa será el siguiente:

```

Sub seleccionar()
Dim elegir As Integer, brix_leido, brix_corregido, pol_leido, pol_corregido
elegir = InputBox("1. Ingresar Brix Leido y Calcular Brix Corregido" & Chr(13) & _
    "2. Ingresar Pol Leido y Calcular Pol Corregido" & Chr(13))
Select Case elegir
Case 1
    brix_leido = InputBox("Ingresar Brix Leido", "Cálculo de Brix Corregido")
    brix_corregido = 0.98 * brix_leido
    MsgBox ("El % Brix Corregido es " & brix_corregido)
Case 2
    pol_leido = InputBox(" Ingresar Pol Leido ", "Cálculo de Pol Corregido ")
    pol_corregido = 0.195 * pol_leido
    MsgBox (" El % Pol Corregido es " & pol_corregido)
Case 3
End
End Select
End Sub

```

Ilustración 374: segmento de código para ingreso de datos y procesamiento de los mismos

### Explicación

Cuando el valor de la variable `elegir` es ingresado, inmediatamente entrará a funcionar el bloque de instrucciones `Select Case` selección; así, por ejemplo, si el valor de la variable `elegir` es 2, entonces todas las instrucciones al interior de `Case 2` serán ejecutadas; esto

es, el programa solicitará que el dato del Pol leído sea ingresado, luego realizar el cálculo del Pol corregido y mostrará su resultado en una caja de mensaje.

### Ejercicio 8

En el rango de celdas A3:E14, están ingresados datos de código de cantero, hectáreas cosechadas, toneladas de caña cosechada, quintales de azúcar obtenidos, edad promedio en meses, tal como indica la tabla de la ilustración 374. Con base en esta tabla, realizar un programa que muestre un menú con las siguientes opciones: Opción A, Total de Hectáreas Cosechadas; Opción B, Total Toneladas de Caña Cosechadas; Opción C, Total de Quintales de Azúcar obtenidos; Opción D, Total Edad Promedio de la Caña, y Opción E, Salir.

| RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO |                   |                      |                               |               |  |
|--|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|--|
| CÓDIGO CANTERO                                     | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS COSECHADAS | QUINTALES DE AZÚCAR OBTENIDOS | EDAD EN MESES |  |
| A-001-288  | 8,44              | 641,60               | 1.285                         | 13,20         |  |
| A-001-300  | 8,25              | 815,11               | 1.720                         | 14,15         |  |
| A-001-301  | 13,50             | 961,57               | 1.925                         | 12,50         |  |
| A-001-302  | 32,19             | 2.410,29             | 4.900                         | 11,98         |  |
| A-001-304  | 19,71             | 1.416,93             | 2.670                         | 16,25         |  |
| A-001-305  | 3,66              | 256,26               | 520                           | 18,45         |  |
| A-001-306  | 15,34             | 1.552,95             | 3.250                         | 12,18         |  |
| A-001-308  | 12,78             | 838,23               | 1.705                         | 13,25         |  |
| A-001-310  | 19,20             | 1.236,96             | 2.505                         | 15,23         |  |
| A-001-311  | 22,96             | 2.129,40             | 4.220                         | 11,75         |  |
| A-001-312  | 3,94              | 385,96               | 780                           | 12,05         |  |
| A-001-315  | 12,62             | 676,02               | 1.360                         | 13,00         |  |

Ilustración 375: tabla resumen de caña cosechada del ejercicio 8

### Solución

Las instrucciones para resolver este problema son mostrados en la ilustración 375:

```

Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda
[General] | Novenoprograma
Sub Novenoprograma()
Dim cual As String, hec_cosecha, peso_cosecha, azucar_produce, edad_cana, ponde_edad As Single
cual = InputBox("A.Calcular Hectareas Cosechadas" & Chr(13) & "B.Calcular Toneladas Cosechadas" & Chr(13) &
"C. Calcular Quintales Azucar Obtenidos" & Chr(13) & "D. Total Edad Promedio" & Chr(13) & "E. Salir", "MENÚ PRINCIPAL")
Select Case cual
Case "A"
For j = 3 To 14
hec_cosecha = hec_cosecha + Range("B" & j)
Next j
MsgBox ("El Total de Hectareas Cosechadas es " & hec_cosecha)
Case "B"
For j = 3 To 14
peso_cosecha = peso_cosecha + Range("C" & j)
Next j
MsgBox ("El Total de Toneladas de Caña Cosechadas es " & peso_cosecha)
Case "C"
For j = 3 To 14
azucar_produce = azucar_produce + Range("D" & j)
Next j
MsgBox ("El Total de Quintales de Azúcar Obtenidos es " & azucar_produce)
Case "D"
peso_cosecha = 0
For j = 3 To 14
ponde_edad = ponde_edad + Range("C" & j)
ponde_edad = ponde_edad + Range("C" & j) * Range("E" & j)
Next j
edad_cana = ponde_edad / peso_cosecha
MsgBox ("La Edad Promedio del Total de Caña es " & edad_cana)
Case "E"
End
End Select
End Sub

```

Ilustración 376: instrucciones para solución del ejercicio 8

```

Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda
[General] | Novenoprograma_a
Sub Novenoprograma_a()
Dim cual As String, hec_cosecha, peso_cosecha, azucar_produce, edad_cana, ponde_edad As Single
cual = InputBox("A.Calcular Hectareas Cosechadas" & Chr(13) & "B.Calcular Toneladas Cosechadas" & Chr(13) &
"C. Calcular Quintales Azucar Obtenidos" & Chr(13) & "D. Total Edad Promedio" & Chr(13) & "E. Salir", "MENÚ PRINCIPAL")
Select Case cual
Case "A"
hec_cosecha = Application.WorksheetFunction.Sum(Range("B3:B14"))
MsgBox ("El Total de Hectareas Cosechadas es " & hec_cosecha)
Case "B"
peso_cosecha = Application.WorksheetFunction.Sum(Range("C3:C14"))
MsgBox ("El Total de Toneladas Caña Cosechada es " & peso_cosecha)
Case "C"
azucar_produce = Application.WorksheetFunction.Sum(Range("D3:D14"))
MsgBox ("El Total de Quintales de Azúcar Obtenido es " & azucar_produce)
Case "D"
For j = 3 To 14
ponde_edad = ponde_edad + Range("C" & j) * Range("E" & j)
Next j
peso_cosecha = Application.WorksheetFunction.Sum(Range("C3:C14"))
edad_cana = ponde_edad / peso_cosecha
MsgBox ("La Edad Promedio del Total de Caña es " & edad_cana)
Case "E"
End
End Select
End Sub

```

Ilustración 377: código de programación alternativo, usando la función de Excel SUMA para el ejercicio 8

Como puede observarse en el programa, para totalizar las hectáreas cosechadas, toneladas de caña molida y quintales de azúcar obtenidos, son utilizadas las variables hec\_cosecha, peso\_cosecha y azucar\_produce y sobre las cuales se acumulan o suman sus valores. Otra forma de acumular o sumar valores es utilizando la función de ExcelSuma(rango) y su equivalente en

programación `Application.WorksheetFunction.Sum(Range(...))`, el código del programa presenta como la ilustración 378.

### Ejercicio 9

En la tabla de la ilustración 377, son mostradas las diferentes variables de la cosecha de caña para el periodo 10 octubre 2016 al 15 octubre 2016. Diseñar un programa para que permita calcular las hectáreas, toneladas, azúcar y edad promedio para: a) Por cantero, b) Por periodo, c) Por cantero y periodo, d) Salir.

### Solución

En la ilustración 378, puede observarse la programación para el ejercicio 10. Nótese la inclusión de las instrucciones `Application.WorksheetFunction.SumIf(...)` y `Application.WorksheetFunction.SumIfs(...)` que son equivalentes de la función Excel `SUMAR.SI(rango;criterio;rango_suma)` y de la función Excel `SUMAR.SI.CONJUNTO(rango_suma;rango_criterio1;criterio1;...)`, respectivamente y explicadas en el capítulo 4.

|    | A  | B                 | C                    | D                       | E                                   | F                |
|----|--|-------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 20 | RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO |                   |                      |                         |                                     |                  |
| 21 | FECHA  | CÓDIGO<br>CANTERO | HECTÁREAS<br>COSECHA | TONELADAS<br>COSECHADAS | QUINTALES<br>DE AZÚCAR<br>OBTENIDOS | EDAD EN<br>MESES |
| 22 | 01/10/2016   | A-001-288         | 8,44                 | 580,25                  | 1.160                               | 13,20            |
| 23 | 01/10/2016   | A-001-300         | 8,25                 | 577,00                  | 1.142                               | 14,15            |
| 24 | 01/10/2016   | A-001-301         | 13,50                | 940,00                  | 1.800                               | 12,50            |
| 25 | 01/10/2016   | A-001-302         | 32,19                | 2.300,00                | 4.500                               | 11,98            |
| 26 | 02/10/2016   | A-001-300         | 19,71                | 1.382,45                | 2.650                               | 16,25            |
| 27 | 02/10/2016   | A-001-305         | 3,66                 | 254,25                  | 499                                 | 18,45            |
| 28 | 02/10/2016   | A-001-288         | 15,34                | 1.080,00                | 2.160                               | 12,18            |
| 29 | 02/10/2016   | A-001-308         | 12,78                | 864,00                  | 1.728                               | 13,25            |
| 30 | 02/10/2016   | A-001-310         | 19,20                | 1.400,54                | 2.801                               | 15,23            |
| 31 | 02/10/2016   | A-001-311         | 22,96                | 1.600,00                | 3.200                               | 11,75            |
| 32 | 02/10/2016   | A-001-301         | 13,50                | 935,00                  | 1.815                               | 12,50            |
| 33 | 03/10/2016   | A-001-300         | 29,25                | 2.047,00                | 4.094                               | 19,45            |
| 34 | 03/10/2016   | A-001-304         | 65,40                | 4.578,00                | 9.156                               | 16,25            |
| 35 | 03/10/2016   | A-001-305         | 14,25                | 997,50                  | 2.000                               | 18,45            |
| 36 | 03/10/2016   | A-001-306         | 15,34                | 1.073,80                | 2.080                               | 12,18            |
| 37 | 04/10/2016   | A-001-308         | 12,78                | 894,60                  | 1.789                               | 13,25            |
| 38 | 04/10/2016   | A-001-310         | 21,58                | 1.510,60                | 3.000                               | 15,23            |
| 39 | 04/10/2016   | A-001-313         | 22,96                | 1.607,20                | 3.214                               | 11,75            |
| 40 | 04/10/2016   | A-001-301         | 14,85                | 1.039,50                | 2.010                               | 12,50            |
| 41 | 04/10/2016   | A-001-302         | 32,00                | 2.240,00                | 4.480                               | 11,98            |
| 42 | 04/10/2016   | A-001-304         | 20,00                | 1.400,63                | 2.801                               | 16,25            |
| 43 | 05/10/2016   | A-001-288         | 9,78                 | 684,60                  | 1.354                               | 16,25            |
| 44 | 05/10/2016   | A-001-306         | 18,00                | 1.250,78                | 2.501                               | 12,18            |
| 45 | 05/10/2016   | A-001-309         | 12,78                | 894,60                  | 1.712                               | 13,25            |
| 46 | 05/10/2016   | A-001-310         | 19,20                | 1.344,00                | 2.688                               | 15,23            |
| 47 | 05/10/2016   | A-001-311         | 34,25                | 2.395,48                | 4.790                               | 13,70            |
| 48 | 05/10/2016   | A-001-312         | 15,50                | 1.085,00                | 2.170                               | 12,50            |
| 49 | 05/10/2016   | A-001-313         | 31,00                | 2.170,00                | 4.340                               | 11,98            |
| 50 | 06/10/2016   | A-001-305         | 18,00                | 1.260,41                | 2.520                               | 16,25            |
| 51 | 06/10/2016   | A-001-311         | 21,00                | 1.498,00                | 2.996                               | 13,87            |
| 52 | 06/10/2016   | A-001-312         | 13,00                | 910,00                  | 1.840                               | 12,05            |
| 53 | 06/10/2016   | A-001-313         | 12,50                | 875,00                  | 1.750                               | 16,00            |

Ilustración 378: resumen de caña cosechada periodo 1-6 octubre 2016

```

[General] DecimoEjercicio
Sub DecimoEjercicio()
Dim cual, cantero As String, fecha_i, fecha_f As Date, hec_cosecha, peso_cosecha, azucar_produce, _
    edad_cana, ponde_edad As Single, celdita As Object

cual = InputBox("A.Cálculos por Cantero" & Chr(13) & "B.Cálculos por Periodo" & Chr(13) & _
    "C. Cálculos por Cantero y Periodo " & Chr(13) & "D. Total Edad Promedio" & Chr(13) & _
    "E. Salir", "MENÚ PRINCIPAL")

Select Case cual
Case "A"
    cantero = InputBox("Deme Código de Cantero")
    hec_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIf(Range("B22:B53"), cantero, Range("C22:C53"))
    peso_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIf(Range("B22:B53"), cantero, Range("D22:D53"))
    azucar_produce = Application.WorksheetFunction.SumIf(Range("B22:B53"), cantero, Range("E22:E53"))

    For Each celdita In Range("B22:B53")
        If celdita.Value = cantero Then
            ponde_edad = ponde_edad + celdita.Offset(0, 2).Value * celdita.Offset(0, 4).Value
        End If
    Next

Case "B"
    fecha_i = InputBox("Deme fecha inicial del periodo dd/mm/yyyy")
    fecha_f = InputBox("Deme fecha final del periodo dd/mm/yyyy")

    hec_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("C22:C53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")))

    peso_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("D22:D53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")))

    azucar_produce = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("E22:E53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")))

    For Each celdita In Range("A22:A53")
        If CDate(celdita.Value) >= CDate(fecha_i) And CDate(celdita.Value) <= CDate(fecha_f) Then
            ponde_edad = ponde_edad + celdita.Offset(0, 3).Value * celdita.Offset(0, 5).Value
        End If
    Next

Case "C"
    cantero = InputBox("Deme Código de Cantero")
    fecha_i = InputBox("Deme fecha inicial del periodo mm/dd/yyyy")
    fecha_f = InputBox("Deme fecha final del periodo mm/dd/yyyy")

    hec_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("C22:C53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")),
        Range("B22:B53"), cantero)

    peso_cosecha = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("D22:D53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")),
        Range("B22:B53"), cantero)

    azucar_produce = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range("E22:E53"), Range("A22:A53"), ">=" & _
        CDate(Format(fecha_i, "mm/dd/yyyy")), Range("A22:A53"), "<=" & CDate(Format(fecha_f, "mm/dd/yyyy")),
        Range("B22:B53"), cantero)

    For Each celdita In Range("A22:A53")
        If CDate(celdita.Value) >= CDate(fecha_i) And CDate(celdita.Value) <= CDate(fecha_f) And _
            celdita.Offset(0, 1) = cantero Then
            ponde_edad = ponde_edad + celdita.Offset(0, 3).Value * celdita.Offset(0, 5).Value
        End If
    Next

Case "D"
End
End Select

MsgBox ("El Total de HectÁreas Cosechada es " & hec_cosecha)
MsgBox ("El Total de Toneladas Cosechadas es " & peso_cosecha)
MsgBox ("El Total de Quintales de Azúcar Obtenidos es " & azucar_produce)
If peso_cosecha > 0 Then
    MsgBox ("El Total de la Edad Ponderada es " & ponde_edad / peso_cosecha)
Else
    MsgBox ("El Total de la Edad Ponderada es 0.00")
End If

End Sub

```

Ilustración 379: código de programación Visual Basic para solución del ejercicio 9

#### 4.4. LOS FORMULARIOS. PROGRAMANDO CON FACILIDAD

Los formularios constituyen la esencia de la comunicación con el usuario, conocido también como interfaz gráfica con el usuario, con sus diferentes herramientas permite crear poderosa aplicaciones gráficas que facilitan significativamente la interacción con el usuario, convirtiéndolo una aplicación amigable, versátil, práctica y útil para el procesamiento de la información relacionada con los diferentes escenarios de su quehacer técnico y profesional.

Estas herramientas ahorran al usuario extensas líneas de programación, motivando a los más neófitos a incursionar en el mundo de la programación y conocer las ventajas de disponer del control sobre la aplicación diseñada o, en gran medida, sobre el entorno de Excel al diseñar sus programas bajo la plataforma de Visual Basic para Excel. Los formularios pueden contener diferentes objetos, dependiendo de las necesidades del usuario, objetos tales como los siguientes:


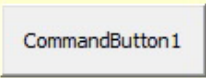
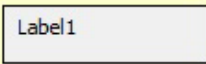




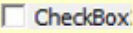
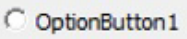
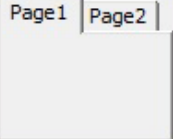

|   |   |
|---|---|
|    | Cuadro de texto : Permite el ingreso de información al sistema ya sea a través de textos o valores asignado a variables, que luego serán utilizados por el programa para los diferentes cálculos o eventos.   |
|    | Botón de Comando : Al hacer click u oprimirlo ejecuta las instrucciones programadas por el usuario y contenidas en el módulo o procedimiento de programación de este objeto.  |
|    | Control Etiqueta : Exhibe o imprime textos informativos sobre el formulario, por ejemplo para mostrar el nombre identificativo de una variable en un cuadro de texto.   |
|   | Control Combo Box : En este control, el usuario luego de hacer click en  despliega el listado de opciones y puede  seleccionar una de las opciones mostradas en el cuadro de este control, sin necesidad que el usuario escriba texto alguno. |
|  | Control Lista Box : Control similar a Combo Box, por defecto todas las opciones de la lista son exhibidas, además permite seleccionar varias opciones.  |
|  | Control Check Box : Con este objeto o control el usuario puede seleccionar una o varias opciones de una lista. Difiere de los controles Combo Box y Lista Box porque las opciones en juego no estan subordinadas a la lista del objeto o control.   |
|  | Control Check Button : Objeto con comportamiento similar a Control Check Box, con la diferencia que entre las opciones de la lista solo podrá seleccionarse una opción, excluyendo a las demás  |
|  | Control Multipage : Control contenedor de varias páginas. En cada página puede contener escenarios, interfaces o programas diferentes entre sí o que pueden interactuar. Por ejemplo en la página 1 puede encontrarse la aplicación para el área de fábrica, en la página 2 la aplicación para el área de molinos, etc.   |
|  | Control Imagen : Posibilita la acción de insertar o incrustar imágenes o gráficos prediseñados en el formulario.  |

Ilustración 380: controles para diseño de formularios

En este cuadro están incluidos los controles de uso más habitual en el diseño de formularios. Adicionalmente, existen numerosos controles con fines específicos y que no son tratados en este libro; sin embargo, existe una amplia documentación, como libros o información en Internet que pueden servir como consulta para quienes deseen profundizar en programación Visual Basic para Excel. La ilustración 380 muestra un ejemplo de diseño de un formulario que incluye todos los controles descritos en el cuadro de arriba.

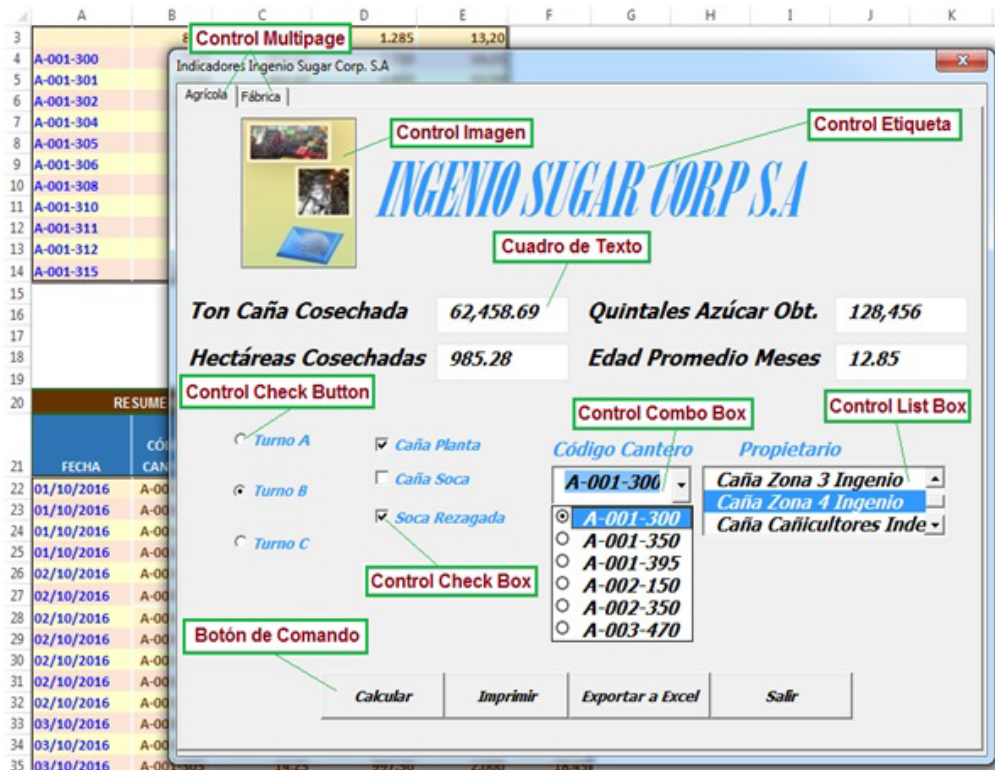


Ilustración 381: ejemplo de formulario con inclusión de varios controles

**Insertando o creando un formulario:** en la barra de menú de Excel consecutivamente, hacer clic en la opción Desarrollador y Visual Basic, como indica la ilustración 381. En la barra de menú de Visual Basic, consecutivamente, hacer clic en las opciones Insertar y UserForm como muestra la ilustración 382.

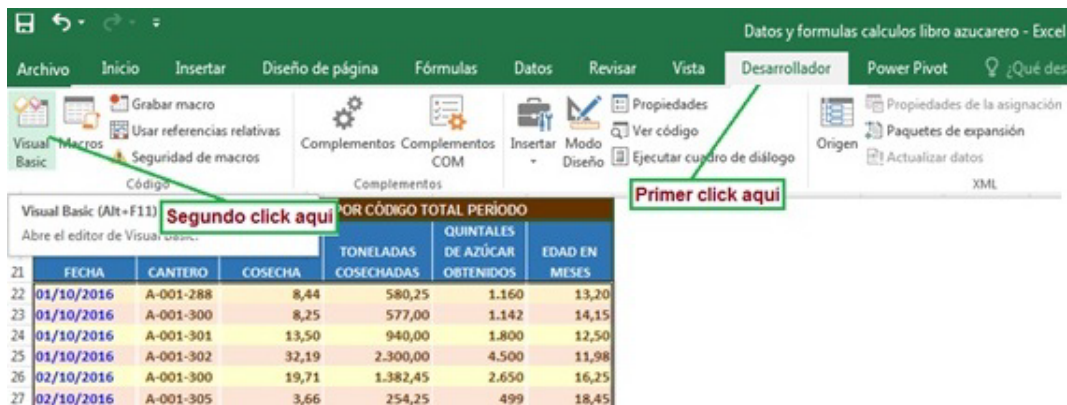


Ilustración 382: habilitando Visual Basic para insertar formulario



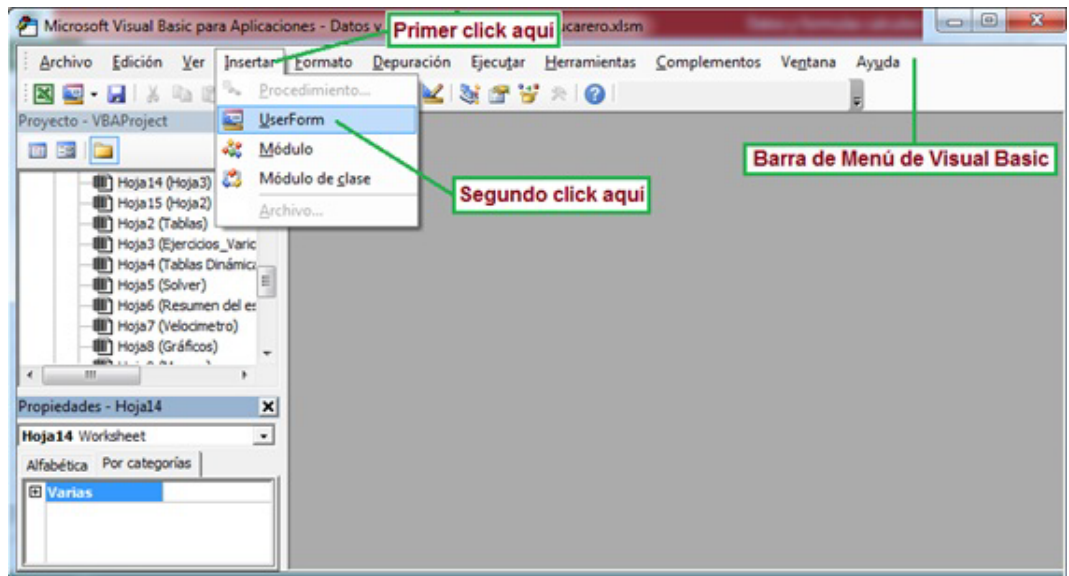


Ilustración 383: habilitando Visual Basic para insertar formulario

Al hacer clic en la opción UserForm Visual Basic de Excel, se desplegará un formulario en blanco denominado UserForm1, tal como indica la ilustración 383:

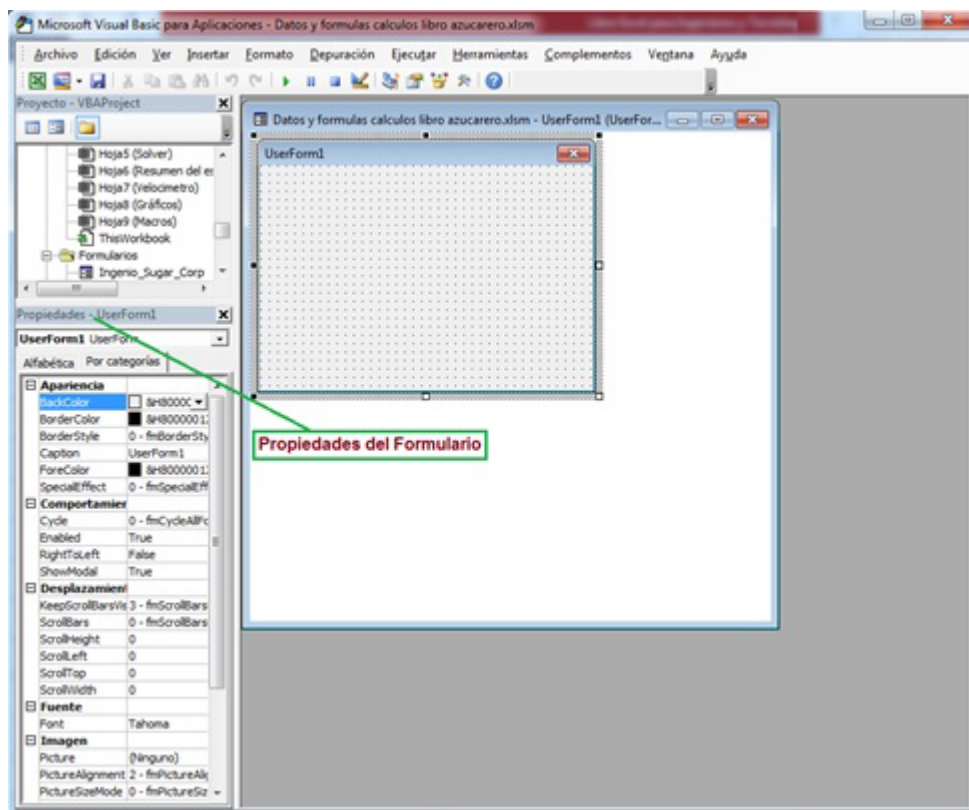


Ilustración 384: primer formulario insertado o creado mediante Visual Basic

El objeto formulario de la ilustración 383, así como los controles indicados en la tabla de arriba, tienen una serie de atributos, entre ellos uno conocido como Propiedades. Las Propiedades son características tales como el tamaño, el color, el comportamiento, el

nombre, fuente, etc. que tienen un control. Las propiedades del formulario pueden desplegarse en orden alfabético o por categorías; en la ilustración 383 están desplegadas por categorías.

Obsérvese en la ilustración 383, indicado con una línea verde, varias propiedades del formulario tales como apariencia, comportamiento, desplazamiento, fuente e imagen, cuyos valores o parámetros pueden ser cambiados directamente desde esta ventana o mediante programación. Así, por ejemplo, para cambiar el título del formulario, hacer clic en la columna de la derecha de la propiedad Caption y escribir “Formulario Azucarero”. Para cambiar el color de fondo del formulario, hacer clic en la columna de la derecha de la propiedad BackColor y seleccionar el color correspondiente: el formulario mostrará como la ilustración 384.

Si es necesario agrandar el tamaño del formulario, con el mouse solo se debe arrastrar los bordes del formulario.

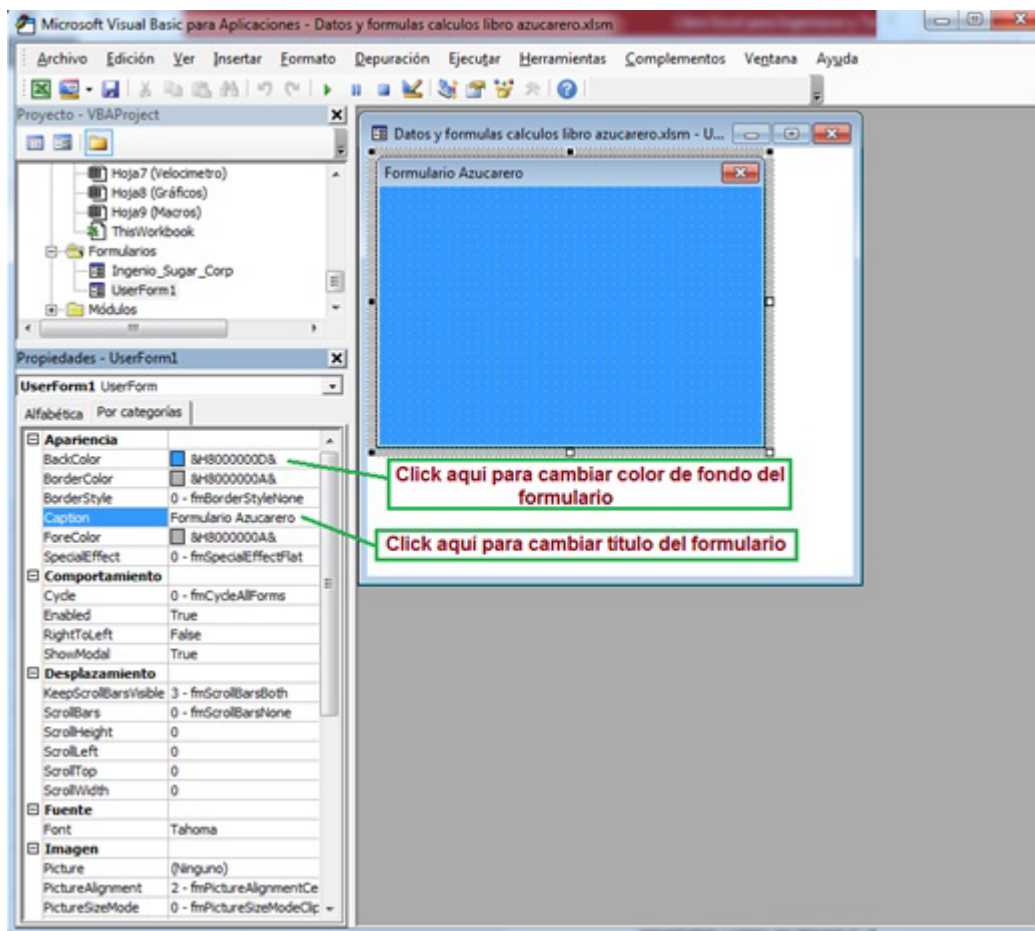


Ilustración 385: cambiando las propiedades Caption y BackColor del formulario

El siguiente cuadro incluye la descripción de la utilidad de algunas propiedades de un objeto formulario, en que varias son comunes para los controles u objetos indicados anteriormente.

| PROPIEDAD            | UTILIDAD  |
|----------------------|---|
| <b>Caption</b>       | Define el título del formulario.  |
| <b>Name</b>          | Describe el nombre del formulario. Utilizado como referencia en programación.   |
| <b>BorderStyle</b>   | Cambia el estilo del borde del formulario, incluye los cambios en botones de maximizar, minimizar y cerrar.   |
| <b>Enabled</b>       | Esta propiedad habilita todos los controles que puedan estar en el formulario. Si el valor de Enabled es <i>False</i> , el usuario no podrá acceder a ningún control u objeto del formulario. |
| <b>ForeColor</b>     | Permite seleccionar el color de la fuente para los textos del formulario.   |
| <b>Font</b>          | Define el tipo de fuente de los textos que contiene el formulario.  |
| <b>Height, Width</b> | Establecen el tamaño del formulario (Altura y Ancho).   |
| <b>MousePointer</b>  | Establece la forma del puntero del mouse sobre el formulario.   |

Ilustración 386: propiedades y utilidad de los controles para el diseño de formularios

Además de las propiedades que son comunes para los controles, hay propiedades que son exclusivas para cada control y serán explicadas al momento de su tratamiento.

Para insertar controles en el formulario, debe habilitarse el cuadro de herramientas del formulario; hacer lo siguiente: en la barra de menú de Visual Basic, consecutivamente hacer clic en las opciones Ver y Cuadro de Herramientas e, inmediatamente, se desplegará el cuadro de herramientas, como puede observarse en la ilustración 386.

Para insertar un control Botón de Comando, con el botón izquierdo del mouse haga clic en la figura de botón del cuadro de herramientas y luego sobre el formulario; se presentará dibujado el botón de comando como indica la ilustración 387. De la misma forma proceder con los demás controles que incluyen tres Control Etiqueta (Label1, Label2 y Label3), tres Cuadro de Texto ( nombres ocultos en cada control y son TextBox1, TextBox2 y TextBox3) y dos Botón de Comando ( CommandButton1 y CommandButton2). El formulario con los controles incluidos se muestran como la ilustración 388; los controles también pueden colocarse en el formulario haciendo clic en el control deseado del cuadro de herramientas y arrastrándolo con el mouse hacia el formulario.

La alineación de los controles sobre el formulario puede realizarse arrastrando cada control hacia la posición requerida, aunque también se cuenta con otras alternativas de alineación de controles mediante la opción Alinear del menú contextual de un conjunto de control que se despliega haciendo clic con el botón derecho del mouse sobre el conjunto de controles que son seleccionados manteniendo oprimido la tecla [Ctrl] y haciendo clic sobre el control deseado para la selección.

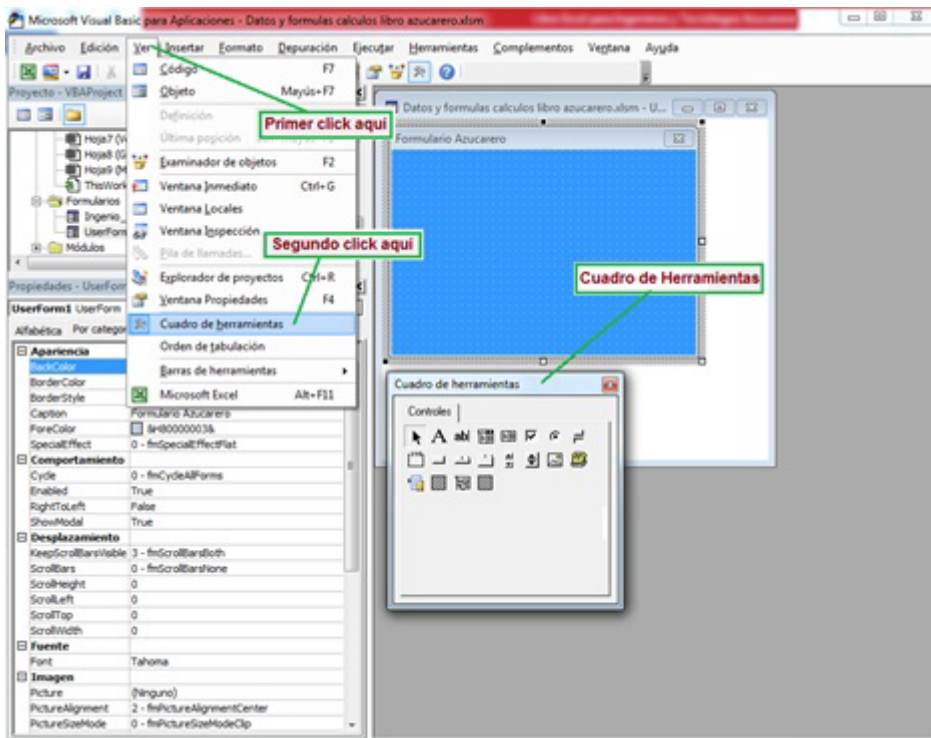


Ilustración 387: habilitando el cuadro de herramientas para insertar objetos en el formulario

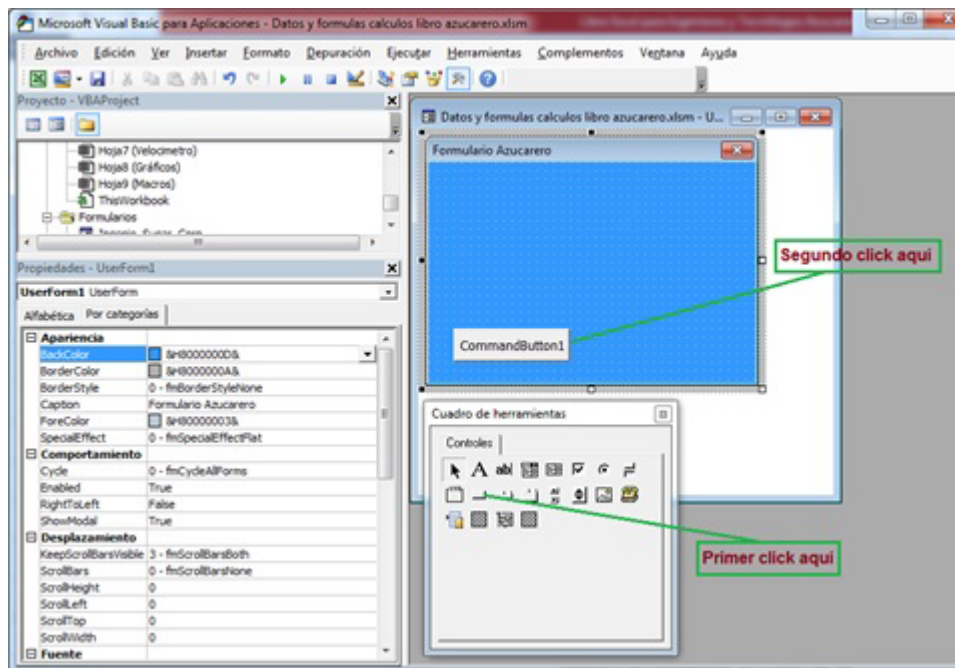


Ilustración 388: insertando un Botón de Comando en el formulario

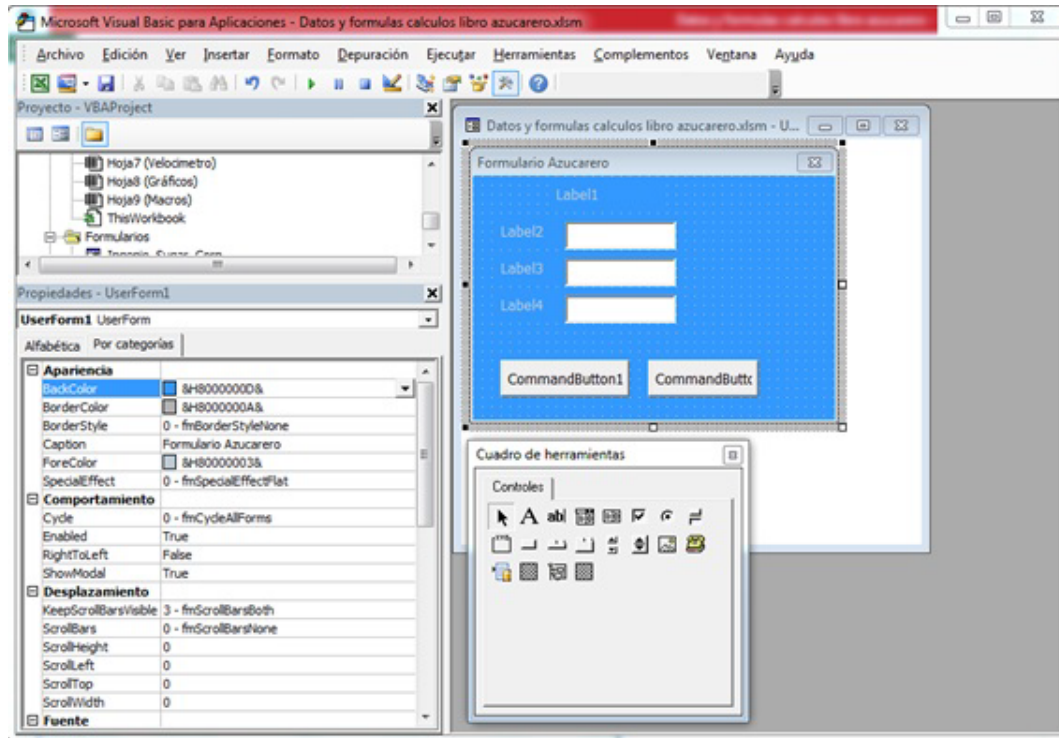


Ilustración 389: insertando varios controles en el formulario

A continuación, va a cambiarse los títulos, la fuente, el color de los controles de etiqueta y de los botones de comando, procediendo a modificar las propiedades correspondientes a estas características; por ejemplo, para el Botón de Control CommandButton1, proceder de la siguiente forma:

- Hacer clic sobre el botón CommandButton1 y se desplegarán las propiedades del control.
- Cambiar la propiedad Caption con el título “Calcular Pureza”.
- Cambiar la propiedad Fore Color seleccionando la opción Resalte.
- Cambiar la propiedad Fuente a Tahoma, a Estilo de fuente Negrita oblicua y Tamaño a 12.

Estos cambios son reflejados en la ilustración 389. Para los demás controles, proceder de forma similar que para el control Command Button1 que, tras realizarse los cambios necesarios, el formulario puede observarse como la ilustración 390:

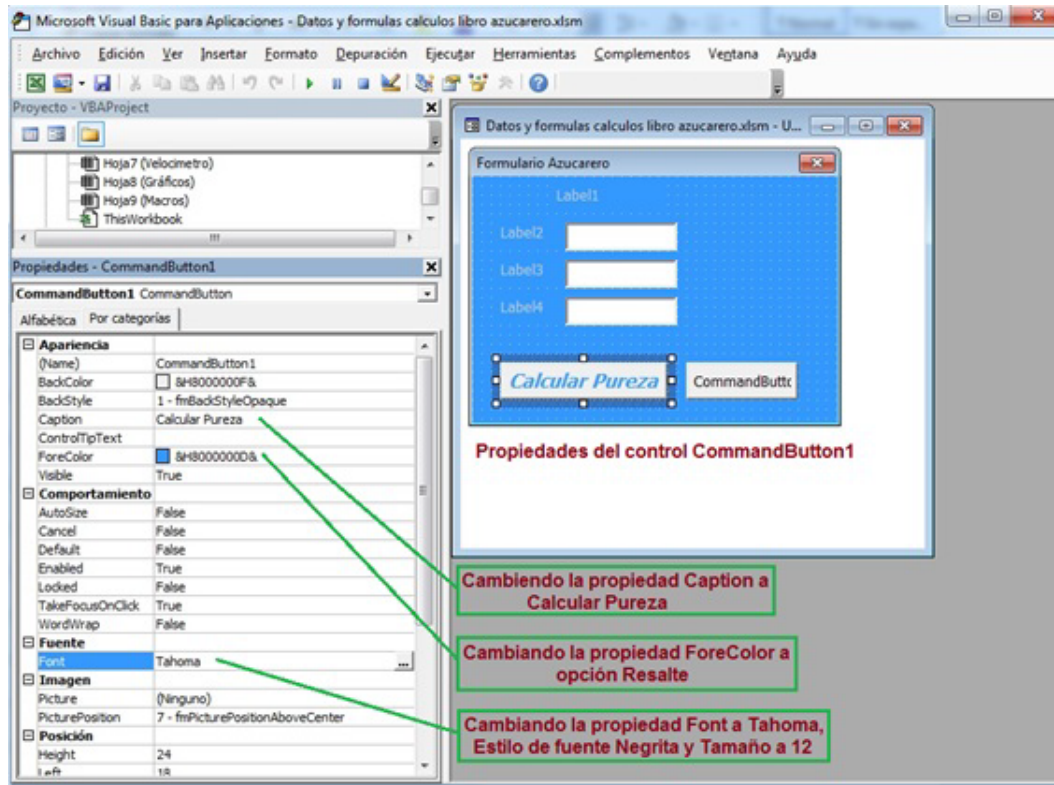


Ilustración 390: cambiando algunas propiedades del botón de comando CommandButton1

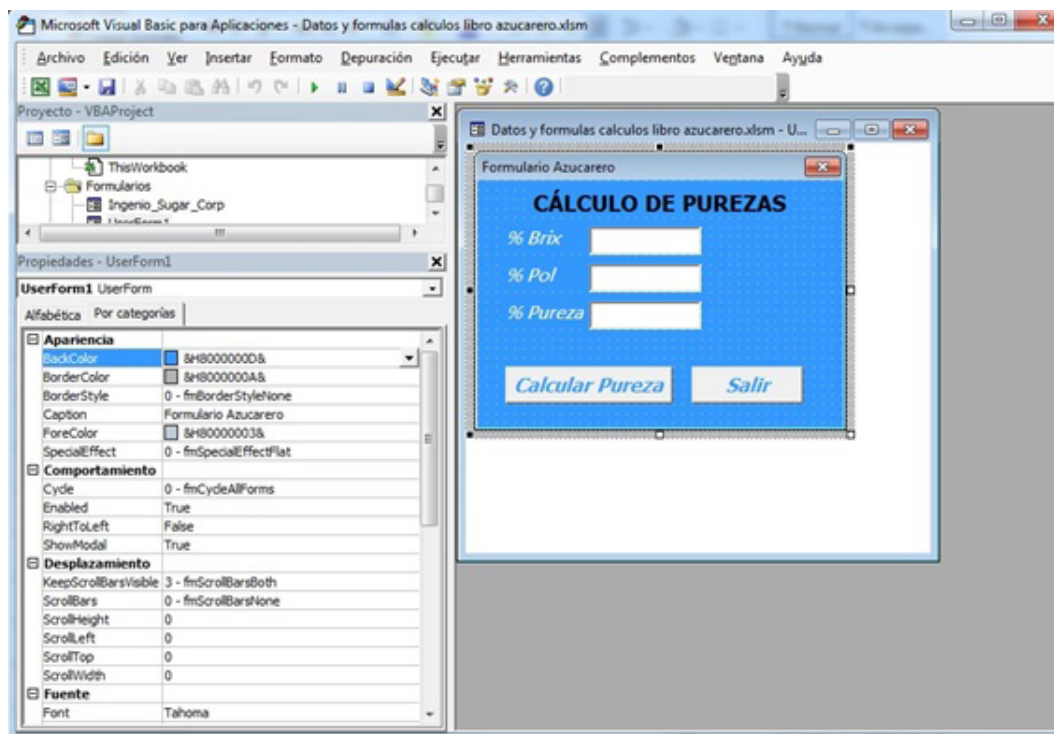


Ilustración 391: formulario con cambios en algunas propiedades de controles

Es hora de ejecutar el formulario para observar cuál es su presentación ante el usuario. Para proceder con su ejecución, hacer clic en el formulario, luego, en la barra de menú de Visual Basic, hacer clic en la opción Ejecutar y clic en la opción Ejecutar

Sub/UserForm, como indica la ilustración. También puede ejecutar el formulario oprimiendo la tecla F5.

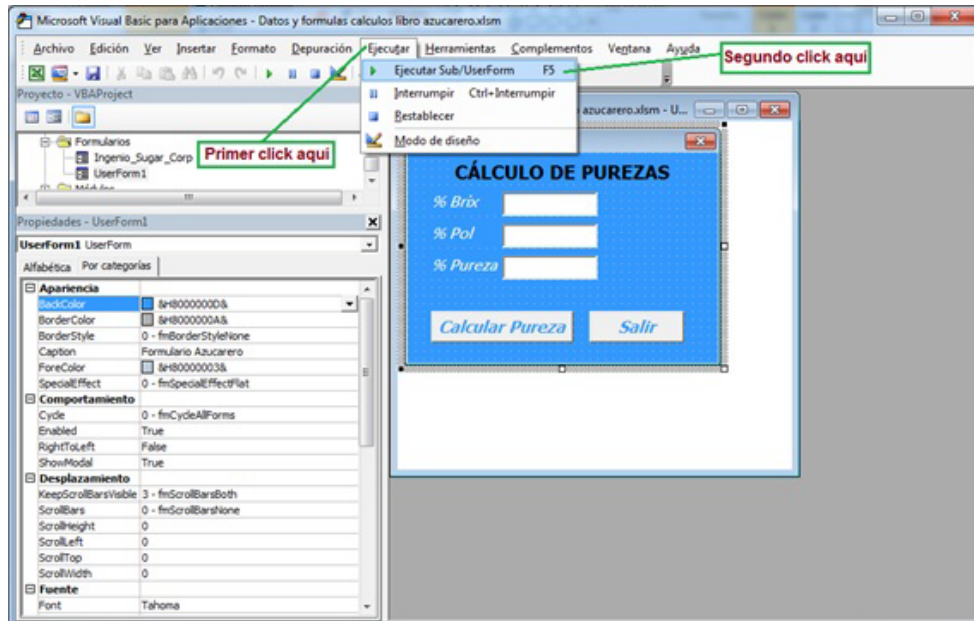


Ilustración 392: procediendo a ejecutar el formulario para cálculo de pureza

El formulario en ejecución, tal como observará el usuario, es presentado en la ilustración 391.

|    | A  | B              | C                 | D                    | E                             | F             | G |
|----|--|----------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|---|
| 20 | RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO |                |                   |                      |                               |               |   |
| 21 | FECHA  | CÓDIGO CANTERO | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS COSECHADAS | QUINTALES DE AZÚCAR OBTENIDOS | EDAD EN MESES |   |
| 22 | 01/10/2016   | A-001-288      | 8,44              | 580,25               | 1.160                         | 13,20         |   |
| 23 | 01/10/2016   | A-001-300      | 8,25              | 577,00               | 1.142                         | 14,15         |   |
| 24 | 01/10/2016   |                |                   |                      |                               | 12,50         |   |
| 25 | 01/10/2016   |                |                   |                      |                               | 11,98         |   |
| 26 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 16,25         |   |
| 27 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 18,45         |   |
| 28 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 12,18         |   |
| 29 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 13,25         |   |
| 30 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 15,23         |   |
| 31 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 11,75         |   |
| 32 | 02/10/2016   |                |                   |                      |                               | 12,50         |   |
| 33 | 03/10/2016   |                |                   |                      |                               | 19,45         |   |
| 34 | 03/10/2016   |                |                   |                      |                               | 16,25         |   |
| 35 | 03/10/2016   |                |                   |                      |                               | 18,45         |   |
| 36 | 03/10/2016   |                |                   |                      |                               | 12,18         |   |
| 37 | 04/10/2016   |                |                   |                      |                               | 13,25         |   |
| 38 | 04/10/2016   | A-001-310      | 21,58             | 1.510,60             | 3.000                         | 15,23         |   |

Ilustración 393: Ventana resultante de la ejecución del formulario

En esta instancia de la ejecución del formulario, el usuario ya puede ingresar los datos del % Brix y % Pol en los respectivos cuadros de texto habilitados, no así en el cuadro de texto de % Pureza que estará inactivo ya que, cuando se programaron las propiedades de este cuadro, la propiedad Enabled fue asignada con el valor de False y no permitirá digitar información debido a que el valor de este cuadro de texto debe ser calculado y es

realizado a través del botón de comando Calcular Pureza. Pero, al momento, si el usuario oprime el botón Calcular Pureza no ocurrirá ninguna acción, considerando que todavía este botón no está programado para realizar cálculo alguno. Previo a la programación de este botón de comando, deben conocerse los términos Evento y Métodos que están relacionados con su comportamiento.

El término Evento en programación es la acción realizada sobre un objeto o control, algunos ejemplos de eventos son los siguientes: hacer clic sobre un control, doble clic sobre un control, oprimir un botón, arrastrar un control y ubicar el puntero de mouse sobre un control.

El término Método en programación está conformado por un conjunto de instrucciones o códigos que resuelven un problema específico. Los métodos en programación son conocidos como procedimiento y pueden ser escritos o generados automáticamente haciendo doble clic sobre el control de interés tal como muestra la ilustración 393:

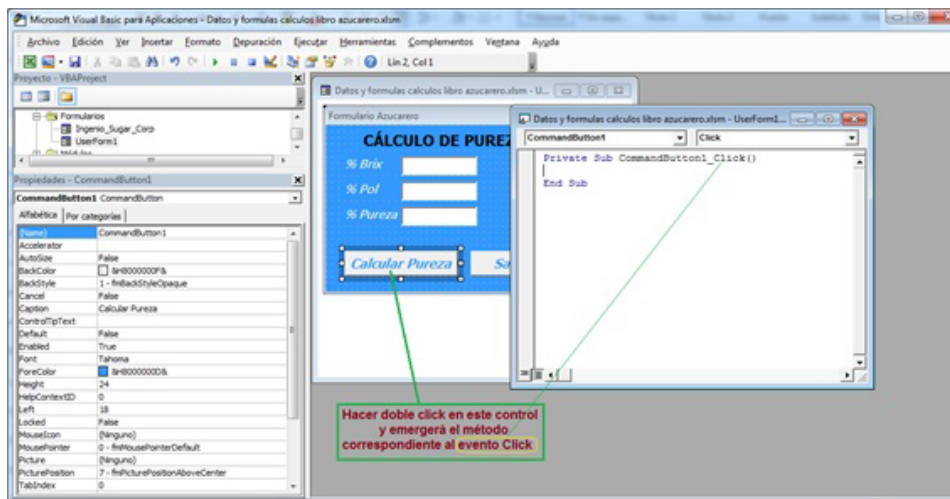


Ilustración 394: generando el método para el evento clic del botón Calcular Pureza

Una vez creado el método para el evento Clic, debe procederse a escribir las correspondientes instrucciones o código que realizarán las acciones o cálculos de acuerdo al objetivo del botón, en este caso cálculo de la pureza; para ello escribir las siguientes instrucciones.

### Explicación

La primera línea de la programación contiene una instrucción If...then, cuya finalidad ya es conocida, acompañada del código Val(Textbox1.Value).

De este código, la palabra Val es una función de conversión tanto de Excel como de Visual Basic que convierte un texto en valor numérico, debido a que, por defecto, el valor de un cuadro de texto está establecido como texto y debe convertirse en valor numérico.



Textbox1 corresponde a nombre del control (el nombre del cuadro de texto para el % Brix es Textbox1, ver propiedades de este control) seguido por la propiedad Value, ya que es necesario conocer su valor que debe ser mayor que cero para ejecutar la segunda línea del programa.

En la segunda línea de programación a la propiedad Value del control de texto Textbox3, es asignado el resultado de dividir el valor numérico de la propiedad Value del control Textbox2 entre el valor numérico de la propiedad Value del control Textbox1 y multiplicado por 100.

La tercera y la quinta líneas contienen la palabra clave Else y End If que son instrucciones complementarias de la instrucción If...then.

En la cuarta línea, el valor de la propiedad Value del control Textbox3 es 0.00 cuando el valor de Textbox1 sea igual o menor a 0.0.

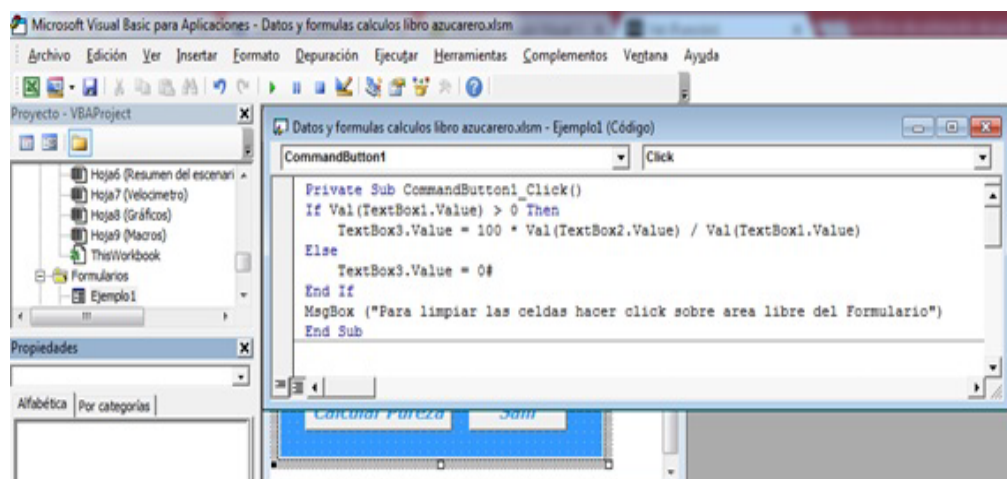
En resumen, para conocer o asignar el valor de un control utilizar la siguiente instrucción:

**Nombre\_del\_Control.Value**

*Ilustración 395: sintaxis de Nombre de un control y asignación de un valor*

Una vez digitadas las líneas de instrucción indicadas arriba, la programación del método para el evento clic se muestra como la ilustración 395.

Nuevamente, ejecutando el formulario, sea mediante la opción Ejecutar de la barra de menú de Visual Basic u oprimiendo la tecla F5, ingresando los valores para % Brix y %Pol y oprimiendo o haciendo clic en la tecla Calcular Pureza, los resultados se mostrarán como la ilustración 396:



*Ilustración 396: código de programación para evento clic del botón Calcular Pureza*

| RESUMEN DE CAÑA COSECHADA POR CÓDIGO TOTAL PERÍODO |                |                   |                      |                               |               |
|--|----------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| FECHA  | CÓDIGO CANTERO | HECTÁREAS COSECHA | TONELADAS COSECHADAS | QUINTALES DE AZÚCAR OBTENIDOS | EDAD EN MESES |
| 01/1   |                |                   |                      | 1.160                         | 13,20         |
| 01/1   |                |                   |                      | 1.142                         | 14,15         |
| 01/1   |                |                   |                      | 1.800                         | 12,50         |
| 01/1   |                |                   |                      | 4.500                         | 11,98         |
| 02/1   |                |                   |                      | 2.650                         | 16,25         |
| 02/1   |                |                   |                      | 499                           | 18,45         |
| 02/1   |                |                   |                      | 2.160                         | 12,18         |
| 02/1   |                |                   |                      | 1.728                         | 13,25         |
| 02/1   |                |                   |                      | 2.801                         | 15,23         |
| 02/1   |                |                   |                      | 3.200                         | 11,75         |
| 02/1   |                |                   |                      | 1.815                         | 12,50         |
| 03/1   |                |                   |                      | 4.094                         | 19,45         |
| 03/1   |                |                   |                      | 9.156                         | 16,25         |
| 03/1   |                |                   |                      | 2.000                         | 18,45         |
|  |                |                   |                      | 80                            | 12,18         |
|  |                |                   |                      | 89                            | 13,25         |
|  |                |                   |                      | 00                            | 15,23         |
|  |                |                   |                      | 14                            | 11,75         |
|  |                |                   |                      | 10                            | 12,50         |
|  |                |                   |                      | 80                            | 11,98         |
|  |                |                   |                      | 01                            | 16,25         |
|  |                |                   |                      | 54                            | 16,25         |
|  |                |                   |                      | 001                           | 12,18         |

Ilustración 397: resultados de Formulario terminado para cálculo de pureza

Para insertar el método para el evento clic del formulario, en la ventana de códigos en los cuadros de texto de propiedades, seleccionar Userform y Clic tal como muestra la ilustración 398:

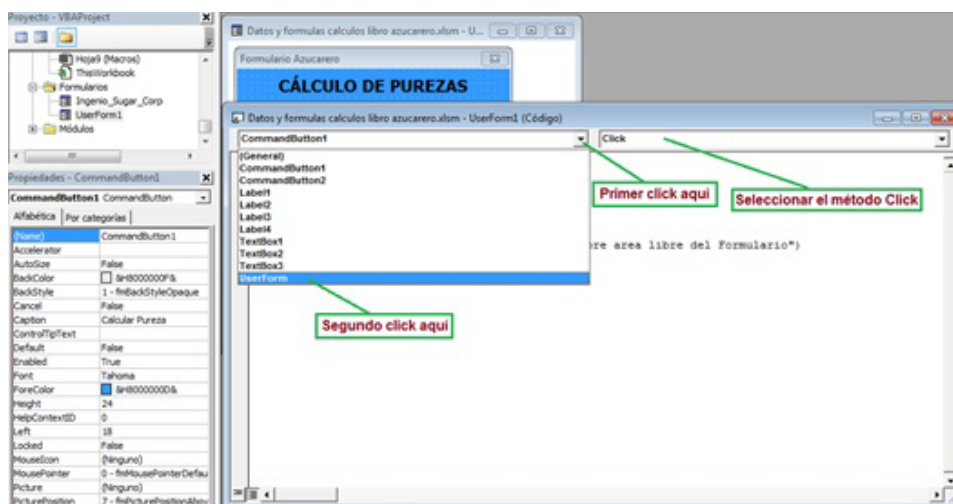


Ilustración 398: insertando método para el evento Clic en el formulario Userform1

Una vez hecho clic en el control Useform y seleccionado el evento Clic, en la ventana de códigos de programación se expone insertando el procedimiento Private Sub UserForM\_Clic() como indica la Ilustración 399. Luego al interior de este procedimiento escribir las siguientes líneas de programación que servirán para limpiar de valores anteriores a los controles TextBox1, TextBox2 y TextBox3.

```
Textbox 1. Value=" "
Textbox 2. Value=" "
Textbox 3. Value=" "
```

Ilustración 399: codigo para limpiar datos de los controles de Texto

Una vez incluidas estas líneas, el código de programación se tendrá como muestra la ilustración 400:

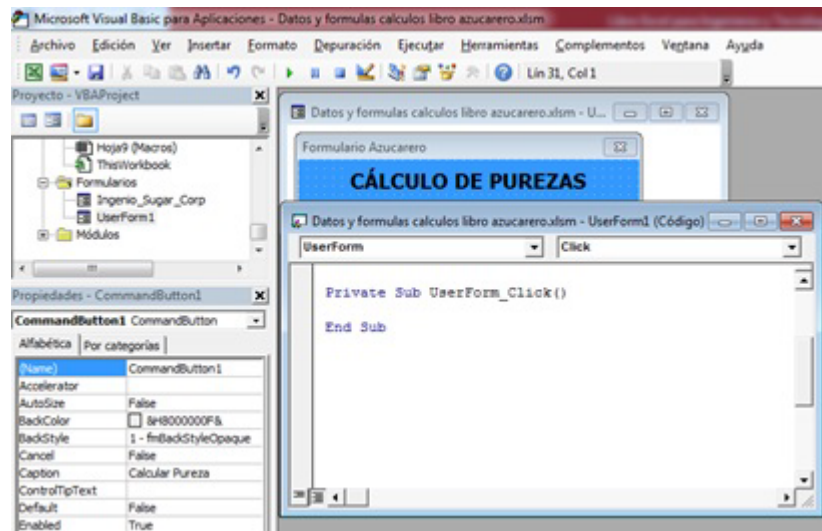


Ilustración 400: método insertado para evento Clic de formulario

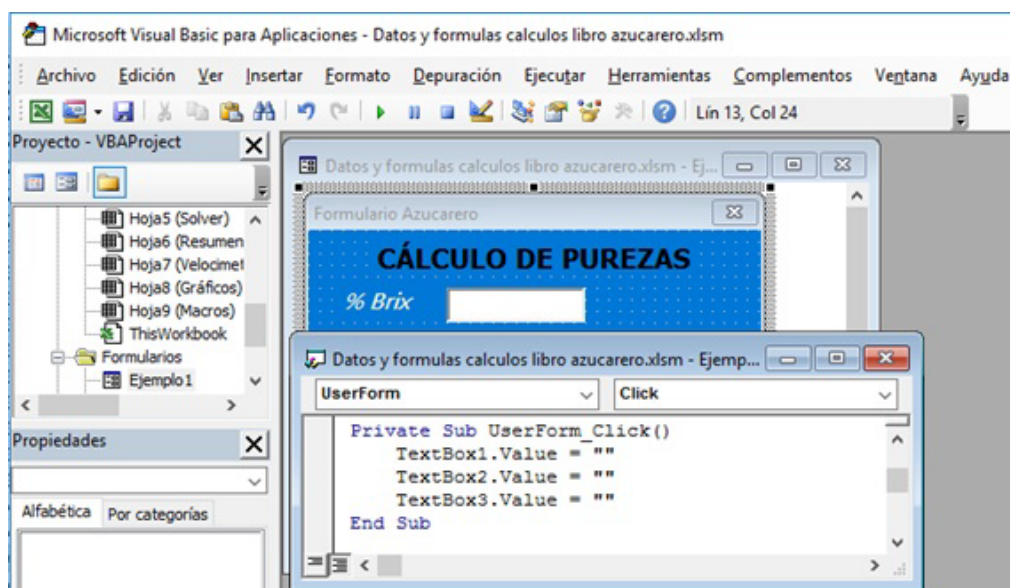


Ilustración 401: método con código para evento Clic de formulario

Para verificar el comportamiento del formulario, proceder a su ejecución oprimiendo la tecla F5, luego de digitar los valores para % Brix y % Pol y hacer clic en el botón Calcular Pureza, y el programa calculará y mostrará su valor. Luego, hacer clic en un área del formulario y mostrará los cuadros de texto en cero como indica la ilustración 401:

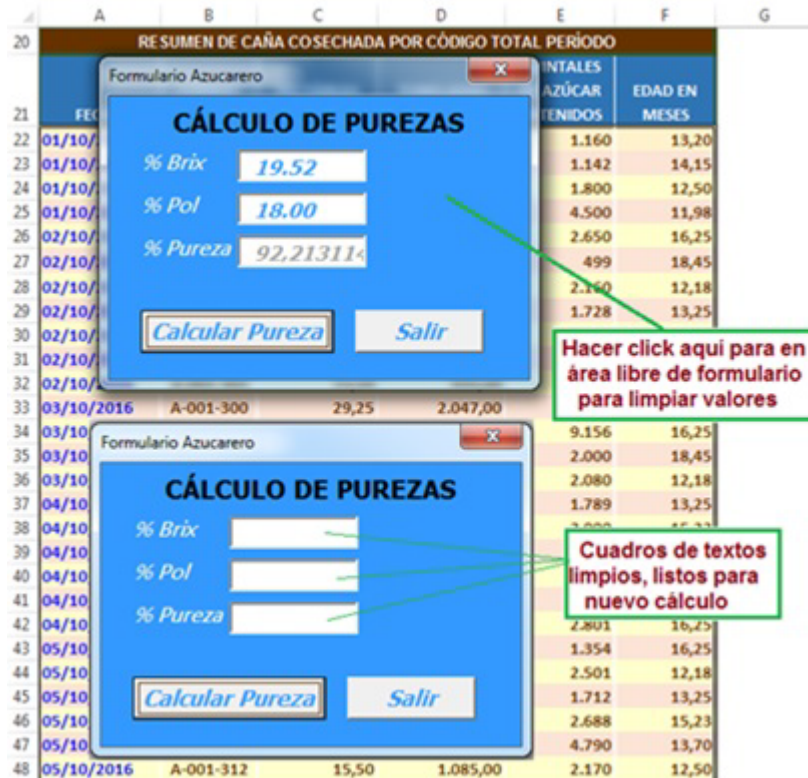


Ilustración 402: limpiando los cuadros textos con evento clic de formulario

El método para el evento clic del botón Salir contendrá las siguientes líneas:

```
Private Sub CommandButton2_Click ()
    Close
End
End Sub
```

Ilustración 403: código para cerrar una ventana

### Ejercicio 10

Diseñar un formulario en que consten 5 cuadros de texto que representan datos de conductividad de una solución azucarada y 5 cuadros de texto que representan la temperatura de la solución, luego realizar los cálculos correspondientes para ajuste de curva por el método de regresión lineal o por modelo potencial.

### Solución

Para insertar o crear un formulario, proceder de forma similar como lo realizado con el primer formulario en párrafos arriba; es decir, en la barra de menú de Excel

consecutivamente hacer clic en la opción Desarrollador y Visual Basic. En la barra de menú de Visual Basic hacer clic en las opciones Insertar y UserForm, como muestra la ilustración 403:

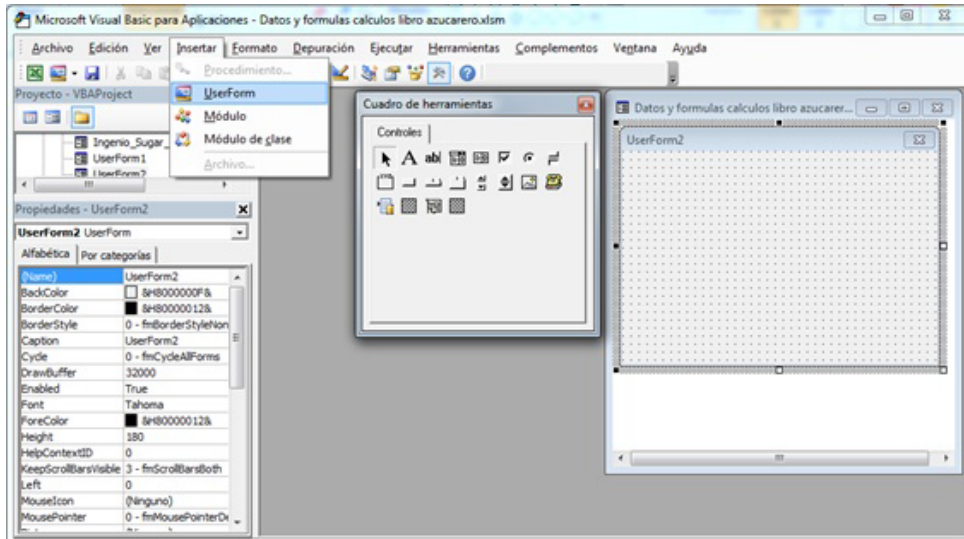


Ilustración 404: insertando o creando nuevo formulario para ejercicio 1

Se puede observar el nuevo formulario insertado que, por defecto, Visual Basic lo ha llamado UserForm2; además, está incluido el Cuadro de Herramientas. En el caso de que el Cuadro de Herramientas no se muestre, habilitarlo haciendo clic sucesivamente en las opciones Ver y Cuadro de herramientas en la barra de menú de Visual Basic.

A continuación, en el área de Propiedades del formulario Userform2, haciendo clic en Alfabética, cambiar las siguientes: Name cambiar a Ejercicio1, en BackColor seleccionar opción Resalte, en Caption escribir Cálculos para Ajuste de Curva. Con estos cambios el formulario verá como la ilustración 404:

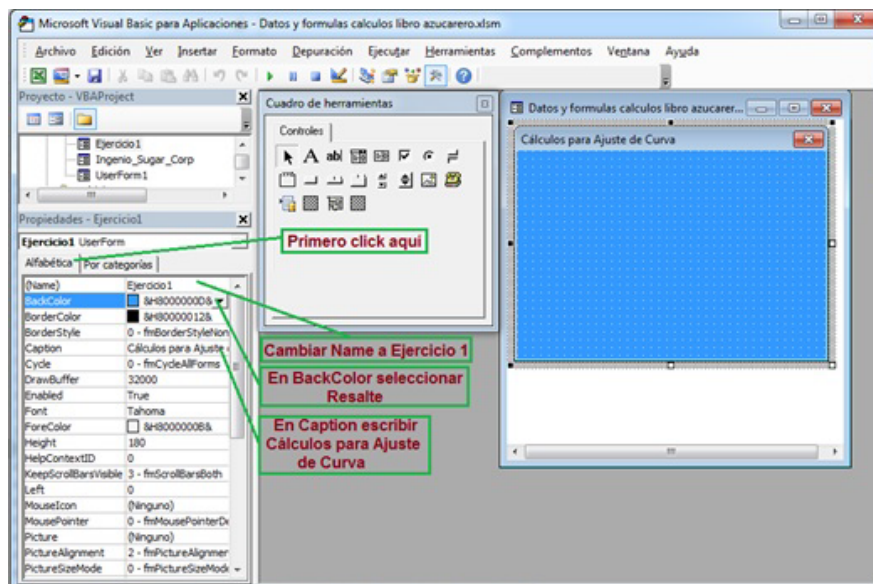


Ilustración 405: cambiando algunas propiedades del formulario llamado Ejercicio1

En el siguiente paso, arrastrar desde el Cuadro de herramientas un control de etiqueta, ocho cuadros de texto, tres botones de comando, dos controles Check Button. Si es necesario cambiar el tamaño del formulario, arrastrarlo con el mouse desde cualquiera de los 8 cuadros pequeños punteados en el contorno del formulario; en la ilustración 405, se presenta el formulario con los controles insertados:

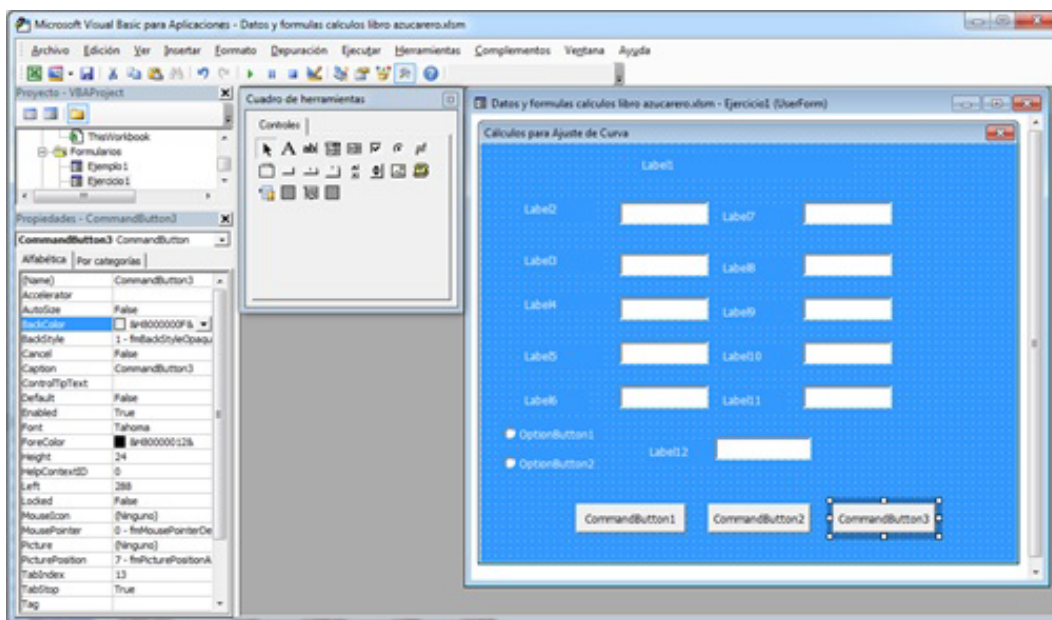


Ilustración 406: formulario ejercicio1 con controles insertados

Ahora, debe procederse a cambiar las propiedades de cada uno de los controles insertados en el formulario ejercicio1. El siguiente cuadro muestra el detalle de las propiedades cambiadas:

## CUADRO DE PROPIEDADES DE CONTROLES DE FORMULARIO EJERCICIO 1

| CONTROL       | PROPIEDAD | VALOR  |
|---------------|-----------|--|
| <b>Label1</b> | Name      | Titulo   |
|               | Caption   | Formulario para Ajuste de Curva                        |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 16 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label2</b> | Name      | Conduc1  |
|               | Caption   | Conductividad( $\mu$ mohs) 1                           |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label3</b> | Name      | Conduc2  |
|               | Caption   | Conductividad( $\mu$ mohs) 2                           |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label4</b> | Name      | Conduc3  |
|               | Caption   | Conductividad( $\mu$ mohs) 3                           |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label5</b> | Name      | Conduc4  |
|               | Caption   | Conductividad( $\mu$ mohs) 4                           |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label6</b> | Name      | Conduc5  |
|               | Caption   | Conductividad( $\mu$ mohs) 5                           |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label7</b> | Name      | Temp1  |
|               | Caption   | °C Temperatura 1                                       |
|               | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|               | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |

*Continuación...*

|                 |           |  |
|-----------------|-----------|--|
| <b>Label8</b>   | Name      | Temp2  |
|                 | Caption   | °C Temperatura 2                                       |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                 | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label9</b>   | Name      | Temp3  |
|                 | Caption   | °C Temperatura 3                                       |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                 | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label10</b>  | Name      | Temp4  |
|                 | Caption   | °C Temperatura 4                                       |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                 | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label11</b>  | Name      | Temp5  |
|                 | Caption   | °C Temperatura 5                                       |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                 | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>Label12</b>  | Name      | Respuesta  |
|                 | Caption   | La Ecuación Buscada es                                 |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                 | ForeColor | Opción : Resalte del Botón                             |
| <b>TextBox1</b> | Name      | Conducti1  |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox2</b> | Name      | Tempera1   |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |



*Continuación...*

|                 |           |  |
|-----------------|-----------|--|
| <b>TextBox3</b> | Name      | Conducti2  |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox4</b> | Name      | Tempera2   |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox5</b> | Name      | Conducti3  |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox6</b> | Name      | Tempera3   |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox7</b> | Name      | Conducti4  |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox8</b> | Name      | Tempera4   |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox9</b> | Name      | Conducti5  |
|                 | Enabled   | True   |
|                 | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                 | ForeColor | Opción: Resalte  |

*Continuación...*

|                       |           |  |
|-----------------------|-----------|--|
| <b>TextBox10</b>      | Name      | Tempera5   |
|                       | Enabled   | True   |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                       | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>TextBox11</b>      | Name      | Ecua   |
|                       | Enabled   | False  |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 11 |
|                       | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>CommandButton1</b> | Name      | Calcular   |
|                       | Caption   | Calcular Ajuste  |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                       | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>CommandButton2</b> | Name      | Limpiar  |
|                       | Caption   | Limpiar Celdas   |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                       | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>CommandButton3</b> | Name      | Salida   |
|                       | Caption   | Salir  |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                       | ForeColor | Opción: Resalte  |
| <b>OptionButton1</b>  | Name      | Lineal   |
|                       | Caption   | Modelo Lineal  |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                       | ForeColor | Opción : Texto del Botón                               |
|                       | Value     | True   |
| <b>OptionButton2</b>  | Name      | Potencial  |
|                       | Caption   | Modelo Potencial                                       |
|                       | Font      | Fuente :Tahoma, Estilo de fuente: Negrita, Tamaño : 10 |
|                       | ForeColor | Opción : Texto del Botón                               |
|                       | Value     | False  |

*Ilustración 407:Propiedades de los controles y tipo de valores a tomar*

**Método para Evento Click de Botón de Comando Calcular**

```

Private Sub Calcular_Click()
Dim sx, sy, sx2, sy2, a, b, r, x1, x2, x3, x4, x5, y1, y2, y3, y4, y5 As Single
x1 = Val(Conducti1.Value)
x2 = Val(Conducti2.Value)
x3 = Val(Conducti3.Value)
x4 = Val(Conducti4.Value)
x5 = Val(Conducti5.Value)
y1 = Val(Tempera1.Value)
y2 = Val(Tempera2.Value)
y3 = Val(Tempera3.Value)
y4 = Val(Tempera4.Value)
y5 = Val(Tempera5.Value)

Select Case cual
Case cual = Lineal.Value

sx = x1 + x2 + x3 + x4 + x5
sy = y1 + y2 + y3 + y4 + y5
sx2 = x1 ^ 2 + x2 ^ 2 + x3 ^ 2 + x4 ^ 2 + x5 ^ 2
sy2 = y1 ^ 2 + y2 ^ 2 + y3 ^ 2 + y4 ^ 2 + y5 ^ 2
sxy = x1 * y1 + x2 * y2 + x3 * y3 + x4 * y4 + x5 * y5

If sx > 0 Then
a = (sy + sx2 - sx * sxy) / (5 + sx2 - (sx) ^ 2)
b = (5 + sxy - sx * sy) / (5 + sx2 - (sx) ^ 2)
r = (5 + sxy - sx * sy) / (((5 + sx2 - sx ^ 2) * (5 + sy2 - sy ^ 2)) ^ 0.5)
If b > 0 Then
EcuA.Value = "Temperatura = " & Round(a, 2) & " + " & Round(b, 2) _
& " Conductividad R=" & Round(r, 4)
Else
EcuA.Value = "Temperatura = " & Round(a, 2) & " - " & Round(b, 2) _
& " Conductividad R=" & Round(r, 4)
End If
Else
b = 0
a = 0
r = 0
End If

Case cual = Potencial.Value

' Visual Basic Log(x) lo calcula en base e (2.718282)

x1_ = Log(x1)
x2_ = Log(x2)
x3_ = Log(x3)

```

```

x4_ = Log(x4)
x5_ = Log(x5)
y1_ = Log(y1)
y2_ = Log(y2)
y3_ = Log(y3)
y4_ = Log(y4)
y5_ = Log(y5)

sx = x1_ + x2_ + x3_ + x4_ + x5_
sy = y1_ + y2_ + y3_ + y4_ + y5_
sx2 = x1_ ^ 2 + x2_ ^ 2 + x3_ ^ 2 + x4_ ^ 2 + x5_ ^ 2
sy2 = y1_ ^ 2 + y2_ ^ 2 + y3_ ^ 2 + y4_ ^ 2 + y5_ ^ 2
sxy = x1_ * y1_ + x2_ * y2_ + x3_ * y3_ + x4_ * y4_ + x5_ * y5_

If sx > 0 Then
a_ = (sy + sx2 - sx * sxy) / (5 + sx2 - sx ^ 2)
a = 2.718282 ^ a_
b = (5 + sxy - sx * sy) / (5 + sx2 - sx ^ 2)
r = (5 + sxy - sx * sy) / (((5 + sx2 - sx ^ 2) * (5 + sy2 - sy ^ 2)) ^ 0.5)
EcuA.Value = "Temperatura = " & Round(a, 4) & " Conductividad ^ " & Round(b, 4) _
& " R = " & Round(r, 4)
Else
b = 0
a = 0
r = 0
End If
End Select
End Sub

```

Ilustración 408: método para el Evento Clic del Botón de Comando Calcular

### Método para Evento Click de Botón de Comando Limpiar

```
Private Sub Limpiar_Click()
    Conducti1.Value = ""
    Conducti2.Value = ""
    Conducti3.Value = ""
    Conducti4.Value = ""
    Conducti5.Value = ""
    Tempera1.Value = ""
    Tempera2.Value = ""
    Tempera3.Value = ""
    Tempera4.Value = ""
    Tempera5.Value = ""
    Ecu.Value = ""
End Sub
```

### Método para Evento Click de Botón de Comando Salir

```
Private Sub Salida_Click()
    Close
End Sub
```

Ilustración 409: método para Evento Clic de Botón de Comando limpiar y Salir

Una vez incluidos los códigos de programación en los métodos del evento, clic para los tres botones de comando y ejecutando el formulario, como expone la ilustración 409:

| FECHA     | Conductividad(μmhos) | Temperatura (°C) |
|-----------|----------------------|------------------|
| 1/10/2016 | 2145                 | 98               |
| 1/10/2016 | 1989                 | 85               |
| 1/10/2016 | 1415                 | 77               |
| 2/10/2016 | 1161                 | 62               |
| 2/10/2016 | 991                  | 50               |

Modelo Lineal (seleccionado)    Modelo Potencial

La Ecuación Buscada es:  $Temperatura = 19,27 + 0,04 \text{ Conductividad}$   $R=0,9615$

Ilustración 410: resultado de Formulario Ejercicio1 concluido

### Ejercicio 11

En un libro Excel, una hoja con el nombre de "Formulario" contiene una tabla con datos, en el rango A3:P81, correspondiente a cosecha y molienda de caña de los diferentes canteros de Ingenio Sugar Corp. S. A., tal como indica la ilustración 408. En este libro, diseñar un formulario que permita generar un reporte para determinado periodo en función del ciclo de corte o en función de ciclo y tipo de corte, el formulario diseñado debe ser similar al indicado en la ilustración 409.

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. SA |                |                  |                   |           |                  |                        |                    |        |                |                      |            |          |            |        |            |
|--|----------------|------------------|-------------------|-----------|------------------|------------------------|--------------------|--------|----------------|----------------------|------------|----------|------------|--------|------------|
| FECHA COSECHA                                  | CÓDIGO CANTERO | HECTAREA COSECHA | TONELAJAS COSECHA | POLN:CAÑA | QUINTALES AZÚCAR | REND. REAL LIBS AZÚ/TC | REND. REAL PONDERA | %TRASH | %TRASH PONDERA | HORAS QUEMA MOLCANDA | EDAD MESES | VAREDAZ  | ORIGEN     | BROTE  | TIPO CORTI |
| 30-Jul-16                                      | A-001-300      | 7,47             | 732,41            | 11,38     | 1.732,04         | 236,49                 | 1.732,04           | 3,80   | 24,92          | 30,81                | 14,25      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-302      | 7,69             | 622,55            | 11,06     | 1.167,68         | 187,57                 | 1.167,68           | 2,73   | 17,00          | 24,08                | 12,66      | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-304      | 7,92             | 630,09            | 10,51     | 1.030,56         | 168,92                 | 1.030,56           | 1,89   | 11,53          | 16,67                | 13,45      | Cenicafá | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-306      | 8,19             | 859,98            | 14,31     | 2.112,98         | 245,70                 | 2.112,98           | 4,96   | 42,62          | 21,86                | 12,00      | Cenicafá | Calicultor | Planta | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | A-001-310      | 8,49             | 585,93            | 9,42      | 886,92           | 151,37                 | 886,92             | 6,05   | 35,44          | 26,67                | 15,25      | Cenicafá | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | A-001-311      | 8,83             | 865,74            | 11,38     | 2.006,00         | 231,71                 | 2.006,00           | 4,70   | 40,72          | 20,74                | 12,00      | Ragnar   | Calicultor | Planta | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-315      | 9,23             | 507,38            | 9,01      | 742,66           | 146,37                 | 742,66             | 7,64   | 38,78          | 31,71                | 18,25      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-301      | 9,68             | 966,85            | 13,92     | 2.404,49         | 243,65                 | 2.404,49           | 6,30   | 62,17          | 27,78                | 13,00      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-302      | 10,20            | 540,45            | 8,71      | 792,38           | 146,61                 | 792,38             | 4,96   | 26,78          | 21,86                | 21,25      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-303      | 6,63             | 325,00            | 8,19      | 432,46           | 133,06                 | 432,46             | 3,95   | 12,83          | 17,41                | 19,45      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-306      | 7,08             | 622,84            | 12,01     | 1.295,92         | 208,07                 | 1.295,92           | 3,02   | 18,83          | 26,67                | 13,25      | Ragnar   | Calicultor | Soca   | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | B-001-308      | 4,16             | 312,13            | 10,24     | 530,67           | 170,02                 | 530,67             | 4,70   | 14,68          | 20,74                | 14,25      | CC-N01   | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-330      | 4,31             | 473,91            | 15,02     | 1.219,84         | 257,40                 | 1.219,84           | 8,40   | 39,81          | 37,04                | 12,00      | CC-N01   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-300      | 4,47             | 322,14            | 9,81      | 514,47           | 159,71                 | 514,47             | 6,72   | 21,65          | 29,64                | 13,00      | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-302      | 4,66             | 293,77            | 8,60      | 433,08           | 147,42                 | 433,08             | 8,90   | 28,16          | 39,27                | 14,00      | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-301      | 4,88             | 406,11            | 11,19     | 727,78           | 181,89                 | 727,78             | 7,22   | 28,91          | 31,86                | 13,25      | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-302      | 5,13             | 282,14            | 9,01      | 456,36           | 162,46                 | 456,36             | 6,22   | 17,54          | 27,81                | 16,85      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-301      | 8,13             | 591,67            | 9,69      | 991,23           | 167,87                 | 991,23             | 5,54   | 32,80          | 24,45                | 12,20      | CC-DI    | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-306      | 3,79             | 436,50            | 15,02     | 1.038,57         | 249,36                 | 1.038,57           | 4,07   | 16,97          | 16,97                | 11,98      | CC-DI    | Calicultor | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | D-001-315      | 5,10             | 408,17            | 10,92     | 716,34           | 175,50                 | 716,34             | 7,14   | 29,14          | 31,49                | 11,54      | CC-DI    | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | A-001-315      | 2,73             | 136,44            | 8,31      | 182,55           | 133,79                 | 182,55             | 7,31   | 9,97           | 32,23                | 19,85      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-301      | 3,27             | 311,08            | 12,97     | 684,32           | 219,88                 | 684,32             | 5,29   | 16,46          | 23,34                | 13,62      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | B-001-303      | 2,93             | 131,93            | 8,15      | 172,81           | 130,88                 | 172,81             | 3,61   | 4,77           | 15,93                | 21,02      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-304      | 2,61             | 136,54            | 8,31      | 192,11           | 147,17                 | 192,11             | 3,36   | 4,39           | 29,64                | 18,98      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | B-001-315      | 2,08             | 158,44            | 10,17     | 287,65           | 185,51                 | 287,65             | 4,54   | 7,19           | 20,00                | 14,18      | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-300      | 1,68             | 114,48            | 9,28      | 185,95           | 162,44                 | 185,95             | 5,71   | 6,54           | 25,19                | 16,85      | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-304      | 0,88             | 97,30             | 15,02     | 240,01           | 246,68                 | 240,01             | 7,56   | 7,36           | 33,34                | 14,85      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | A-001-300      | 0,78             | 82,71             | 14,47     | 209,41           | 251,21                 | 209,41             | 3,23   | 2,67           | 28,52                | 12,85      | Ragnar   | Ingenio    | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-302      | 1,22             | 94,82             | 10,65     | 164,06           | 173,01                 | 164,06             | 2,06   | 1,95           | 18,15                | 13,13      | Barbados | Ingenio    | Soca   | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-305      | 1,08             | 80,66             | 10,24     | 141,04           | 177,33                 | 141,04             | 2,65   | 2,13           | 23,34                | 14,15      | Cenicafá | Calicultor | Soca   | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | B-001-306      | 0,95             | 95,11             | 13,65     | 216,05           | 228,09                 | 216,05             | 9,24   | 8,81           | 40,75                | 13,98      | Cenicafá | Calicultor | Planta | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | A-001-310      | 0,85             | 19,23             | 9,56      | 99,04            | 167,21                 | 99,04              | 5,04   | 2,89           | 22,23                | 13,45      | Cenicafá | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | A-001-315      | 0,67             | 32,21             | 8,05      | 46,77            | 145,22                 | 46,77              | 6,97   | 2,25           | 30,75                | 19,42      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-305      | 0,60             | 46,77             | 10,65     | 87,14            | 186,32                 | 87,14              | 3,19   | 1,49           | 28,15                | 11,98      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Manual     |
| 30-Jul-16                                      | B-001-308      | 9,24             | 684,00            | 10,10     | 1.122,73         | 164,14                 | 1.122,73           | 5,88   | 40,22          | 25,93                | 12,58      | CC-N01   | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-310      | 8,31             | 581,40            | 9,56      | 1.031,85         | 174,04                 | 1.031,85           | 5,54   | 32,23          | 24,45                | 13,00      | CC-N01   | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | B-001-312      | 7,49             | 494,19            | 9,01      | 802,98           | 162,48                 | 802,98             | 5,21   | 25,74          | 22,97                | 14,00      | CC-N01   | Calicultor | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-300      | 0,93             | 64,80             | 9,56      | 107,25           | 165,51                 | 107,25             | 9,24   | 5,99           | 40,75                | 16,00      | CC-N01   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | C-002-302      | 0,82             | 56,53             | 9,42      | 88,41            | 156,41                 | 88,41              | 7,80   | 4,40           | 14,82                | 15,00      | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-301      | 1,05             | 84,30             | 10,92     | 167,67           | 198,90                 | 167,67             | 6,55   | 5,52           | 28,89                | 14,00      | Ragnar   | Ingenio    | Soca   | Mecaniz.   |
| 30-Jul-16                                      | D-001-302      | 0,94             | 46,80             | 8,31      | 68,18            | 145,69                 | 68,18              | 5,88   | 2,75           | 25,93                | 18,00      | Ragnar   | Ingenio    | Rezaga | Mecaniz.   |
| TOTAL  |                | 395,89           | 29.765,03         | 188,77    | 56.186,84        | 188,77                 | 56.186,84          | 4,93   | 1.466,84       | 26,23                | 64,15      |          |            |        |            |

Ilustración 411: Tabla de datos en rango A3:P81 para Ingenio Sugar Corp. S. A.

**Solución**

Para la creación del formulario, proceder con los pasos indicados anteriormente; es decir, en la barra de menú de Excel, consecutivamente hacer clic en la opción Desarrollador y Visual Basic. En la barra de menú de Visual Basic, asimismo, hacer clic en las opciones Insertar y UserForM y, en la propiedad Name del nuevo formulario, cambiar su nombre al ejercicio 11. Luego, desde la barra de herramientas que debe estar habilitada, arrastrar los diferentes objetos, tales como textboxes, commandbuttons, labels, optionbuttons y a todos y cada uno de ellos asignarles el respectivo nombre en la propiedad Name del objeto, que debe ser exactamente igual a los indicados la ilustración 410. Es importante la escritura del nombre del objeto, ya que en la programación se hará referencia al objeto mediante su nombre.

| PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP. |              |                 |            |             |            |                   |           |             |           |           |           |           |       |
|---|--------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|   |              | Fecha Inicial   | 10/07/2016 | Fecha Final | 14/07/2016 | Presentación      |           |             |           |           |           |           |       |
|   |              | Por Ciclo       |            |             |            | Por Corte y Ciclo |           | En Pantalla |           |           |           |           |       |
|   |              | Exporta a Excel |            |             |            | Exporta a Excel   |           |             |           |           |           |           |       |
|   |              | resumen         |            |             |            | resumen           |           |             |           |           |           |           |       |
|   |              | Ton.Caña        | qq Azúcar  | Hectáreas   | Edad       | Ton.Caña          | qq Azúcar | Hectáreas   | Edad      | Ton.Caña  | qq Azúcar | Hectáreas | Edad  |
| PLANTA                                      | Manual       | 815,11          | 1.941,46   | 8,25        | 14,11      | 1.084,22          | 2.535,94  | 10,46       | 12,76     | 1.899,34  | 4.477,4   | 18,72     | 13,34 |
|   | Mecanizada   | 4.260,11        | 10.259,53  | 41,54       | 12,77      | 2.124,05          | 4.994,6   | 21,17       | 12,59     | 6.384,16  | 15.254,13 | 62,7      | 12,71 |
|   | Total Planta | 5.075,23        | 12.201,    | 49,79       | 12,99      | 3.208,27          | 7.530,54  | 31,63       | 12,65     | 8.283,5   | 19.731,53 | 81,42     | 12,86 |
| SOCA  | Manual       | 5.477,15        | 9.428,66   | 74,44       | 13,67      | 1.792,93          | 3.339,11  | 22,69       | 13,19     | 7.270,08  | 12.767,78 | 97,13     | 13,55 |
|   | Mecanizada   | 3.202,37        | 5.601,89   | 42,94       | 13,64      | 6.647,82          | 11.482,8  | 90,86       | 14,4      | 9.850,18  | 17.084,7  | 133,81    | 14,15 |
|   | Total Soca   | 8.679,52        | 15.030,56  | 117,38      | 13,66      | 8.440,75          | 14.821,92 | 113,56      | 14,14     | 17.120,27 | 29.852,47 | 230,93    | 13,9  |
| REZAGA.                                     | Manual       | 555,66          | 811,1      | 12,84       | 17,87      | 284,96            | 468,5     | 4,01        | 12,52     | 840,62    | 1.279,61  | 16,85     | 16,06 |
|   | Mecanizada   | 3.226,01        | 4.654,6    | 63,68       | 19,58      | 294,64            | 668,63    | 3,01        | 12,       | 3.520,64  | 5.323,22  | 66,68     | 18,94 |
|   | Total Rezag. | 3.781,66        | 5.465,7    | 76,51       | 19,33      | 579,6             | 1.137,13  | 7,02        | 12,26     | 4.361,26  | 6.602,83  | 83,53     | 18,39 |
| Total Manual                                | 6.847,92     | 12.181,23       | 95,52      | 14,06       | 3.162,12   | 6.343,55          | 37,17     | 12,98       | 10.010,04 | 18.524,78 | 132,7     | 13,72     |       |
| Total Mecanizada                            | 10.688,49    | 20.516,02       | 148,15     | 15,09       | 9.066,51   | 17.146,03         | 115,03    | 13,9        | 19.754,99 | 37.662,06 | 263,19    | 14,54     |       |
| Total General                               |              | 17.536,41       | 32.697,25  | 243,68      | 14,69      | 12.228,62         | 23.489,59 | 152,21      | 13,66     | 29.765,03 | 56.186,84 | 395,89    | 14,27 |

Ilustración 412: formulario terminado para el ejercicio 11

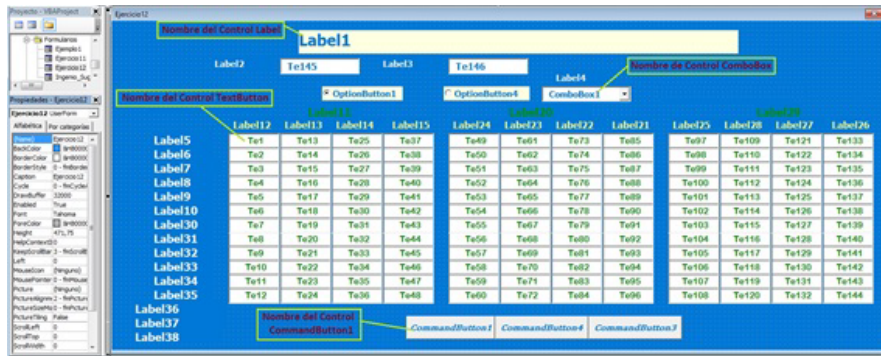


Ilustración 413: formulario Ejercicio 11 con objetos y su nombre para la propiedad Name

La programación contiene las declaraciones generales de variables, así como los procedimientos Sub para el evento Clic de los objetos CommandButton1, CommandButton3 y CommandButton4 y el procedimiento Sub del objeto UserForm para el evento Activate. Además, incluye los siguientes procedimientos Sub del usuario, Exp\_Excel\_Ciclo, Etiquetas, Oculta, Calc\_Corte\_Ciclo, Calc\_Ciclo, Asigna; incluye las funciones del usuario, Cálculos, Calculos1, Edad y Edad1. El código de programación de cada uno de estos procedimientos y funciones se presentan a continuación con una explicación breve de su objetivo.

### Sección Declaraciones Generales

En esta sección debe declararse las variables de uso global o general en el formulario. De esta manera podrán ser invocadas desde cualquier procedimiento o función perteneciente al formulario. El formulario ejercicio12 utiliza seis variables generales: cal(200), origen(3), ciclo(4), corte(3), variable(4) y nombre.

```
Dim cal(200) As Double 'Declaraciones Generales
Dim origen(3), ciclo(4), corte(3), variable(4), nombre As String
```

Ilustración 414: declaración de variables generales a usar en el sistema

### Procedimiento criterios () Procedimientos criterios ()

Procedimiento del usuario asigna valores a las variables origen (1...3), ciclo (1...4), corte (1...3), variable (1...4) que serán utilizadas como criterios de comparación en las instrucciones If...then, SumalFs, etc. a través del programa.

```
Sub criterios() ' Procedimiento del Usuario Generando Tablas
    origen(1) = "Ingenio"
    origen(2) = "Cañicultor"
    origen(3) = "Total"
    ciclo(1) = "Planta"
    ciclo(2) = "Soca"
    ciclo(3) = "Rezaga."
    ciclo(4) = "Total"
    corte(1) = "Manual"
    corte(2) = "Mecaniz."
    corte(3) = "Total"
    variable(1) = "D3:D81" ' Rango de Toneladas
    variable(2) = "F3:F81" ' Rango de Quintales
    variable(3) = "C3:C81" ' Rango de Hectáreas
    variable(4) = "L3:L81" ' Rango de Edad
End Sub
```

Ilustración 415: procedimiento para asignar valores a las variables

### Procedimiento CommandButton1\_Click()

El procedimiento para el evento clic del botón CommandButton1 ejecuta la instrucción que corresponda de acuerdo a la selección del usuario; por ejemplo, si el usuario seleccionó la opción Por ciclo y En pantalla, el programa ejecutará la instrucción de la primera opción de Select Case, en este caso el procedimiento Calc\_Ciclo.

```
Private Sub CommandButton1_Click ()
    cual = True
    Select Case cual
        Case OptionButton1.Value = True And ComboBox1.Value = "En Pantalla"
            Calc_Ciclo

        Case OptionButton4.Value = True And ComboBox1.Value = "En Pantalla"

            Calc_Corte_Ciclo

        Case OptionButton1.Value = True And ComboBox1.Value = "Exporta a Excel"
            Calc_Ciclo
            Exp_Excel_Ciclo

        Case OptionButton4.Value = True And ComboBox1.Value = "Exporta a Excel"
            Calc_Corte_Ciclo
            Exp_Excel_Ciclo
    End Select
End Sub
```

*Ilustración 416: procedimiento del evento clic para control de la selección de un botón por parte del usuario*

### Procedimiento Exp\_Excel\_Ciclo()

Procedimiento que exporta a una hoja de Excel la información o datos resultantes de la consulta en el formulario del ejercicio 11.

```

Sub Exp_Excel_Ciclo() ' Procedimiento del Usuario para Exportar Datos a Excel
Workbooks.Add 'Anade Libro Nuevo
Range("F1").Value = "PRODUCTIVIDAD DE CAMPOS INGENIO SUGAR CORP."
Range("D2").Value = "INGENIO"
Range("C3").Value = "TONELADAS"
Range("D3").Value = "QUINTALES"
Range("E3").Value = "HECTÁREAS"
Range("F3").Value = "EDAD"
Range("I2").Value = "CAÑICULTOR"
Range("H3").Value = "TONELADAS"
Range("I3").Value = "QUINTALES"
Range("J3").Value = "HECTÁREAS"
Range("K3").Value = "EDAD"
Range("N2").Value = "TOTAL"
Range("M3").Value = "TONELADAS"
Range("N3").Value = "QUINTALES"
Range("O3").Value = "HECTÁREAS"
Range("P3").Value = "EDAD"
cual = True
Select Case cual
Case OptionButton1.Value = True
Range("B4").Value = "PLANTA"
Range("B5").Value = "SOCA"
Range("B6").Value = "REZAGADA"
Range("B7").Value = "TOTAL"
For j = 1 To 4 ' Exporta a Excel Datos por Ciclo
Range("C" & (j + 3)) = cal(j) ' Toneladas Caña
Range("H" & (j + 3)) = cal(j + 4)
Range("M" & (j + 3)) = cal(j + 8)
Range("D" & (j + 3)) = cal(j + 12) ' Quintales Azúcar
Range("I" & (j + 3)) = cal(j + 16)
Range("N" & (j + 3)) = cal(j + 20)
Range("E" & (j + 3)) = cal(j + 24) ' Hectáreas

Range("J" & (j + 3)) = cal(j + 28)
Range("O" & (j + 3)) = cal(j + 32)
Range("F" & (j + 3)) = cal(j + 36) ' Edad
Range("K" & (j + 3)) = cal(j + 40)
Range("P" & (j + 3)) = cal(j + 44)
Next j

Case OptionButton4.Value = True ' Exporta a Excel Datos por ciclo y corte
Range("A5").Value = "PLANTA"
Range("B4").Value = "Manual"
Range("B5").Value = "Mecanizada"
Range("B6").Value = "Total Planta"
Range("A8").Value = "SOCA"
Range("B7").Value = "Manual"
Range("B8").Value = "Mecanizada"
Range("B9").Value = "Total Planta"
Range("A11").Value = "REZAGADA"
Range("B10").Value = "Manual"
Range("B11").Value = "Mecanizada"
Range("B12").Value = "Total Planta"
Range("A13").Value = "Total Manual"
Range("A14").Value = "Total Mecanizado"
Range("A15").Value = "Total General"
For j = 1 To 12 ' Exporta a Excel Datos por Ciclo
Range("C" & (j + 3)) = cal(j) 'Toneldas Caña
Range("H" & (j + 3)) = cal(j + 12)
Range("M" & (j + 3)) = cal(j + 24)
Range("D" & (j + 3)) = cal(j + 36) ' Quintales Azúcar
Range("I" & (j + 3)) = cal(j + 48)
Range("N" & (j + 3)) = cal(j + 60)
Range("E" & (j + 3)) = cal(j + 72) ' Hectáreas
Range("J" & (j + 3)) = cal(j + 84)
Range("O" & (j + 3)) = cal(j + 96)
Range("F" & (j + 3)) = cal(j + 108) ' Edad
Range("K" & (j + 3)) = cal(j + 120)
Range("P" & (j + 3)) = cal(j + 132)
Next j
End Select
MsgBox ("Los Datos Exportados con Éxito.El Libro Minimizado la Barra de Tareas")
Workbooks(nombre).Worksheets("Formulario").Activate
End Sub

```

Ilustración 417: procedimiento para exportar resultados a un archivo de Excel



### Procedimiento Etiquetas ()

Cambia algunas propiedades de los objetos Label del formulario, tales como Caption, Left, FontSize y Visible, de acuerdo a las necesidades del diseño del formulario o del usuario.

```
Sub etiquetas(etique As Object, Titulo As String, izquierdo As Single, superior As Single,
tamano As Single, verme As Boolean)
```

```
With etique ' Procedimiento de Usuario para formateo de Textos
    .Caption = Titulo
    .Left = izquierdo
    .Top = superior
    .FontSize = tamano
    .Visible = verme
End With
End Sub
```

Ilustración 418: procedimiento para asignar formato a los textos

### Procedimiento CommandButton3()

El procedimiento para el evento Clic del objeto CommandButton3 sirve para finalización o salida del programa.

```
Private Sub CommandButton3_Click ()
    Close
End Sub
```

Ilustración 419: procedimiento para cerrar el programa

### Procedimiento CommandButton4\_Clic()

Procedimiento para el evento Clic del botón CommandButton4 limpia toda la información que pueda contener todos los objetos textbox al momento.

### Procedimiento UserForm4\_Clic()

Procedimiento para el evento Activate del objeto UserForm que añade la lista de elementos en el objeto ComboBox1 CommandButton4 ("En Pantalla" y "Exporta a Excel"), además de asignar valores a los objetos Te145 y Te146 y terminar invocando al procedimiento del usuario Calc\_Ciclo.

```
Private Sub CommandButton4_Click ()
For Each ctrl In Me.Controls
    If TypeName(ctrl) = "TextBox" Then
        ctrl.Value = ""
    End If
Next
End Sub
```

Ilustración 420: procedimiento para insertar datos en el combobutton

### Procedimiento Oculta()

Oculta vuelve visibles los diferentes objetos labels, de acuerdo a las necesidades del usuario o formulario.

```
Sub Oculta(visto) ' Procedimiento de Usuario para Ocultar o Ver Etiquetas Label
Label9.Visible = visto
Label10.Visible = visto
Label30.Visible = visto
Label31.Visible = visto
Label32.Visible = visto
Label33.Visible = visto
Label34.Visible = visto
Label35.Visible = visto
Label36.Visible = visto
Label37.Visible = visto
Label38.Visible = visto
For Each ctrl In Me.Controls
    If TypeName(ctrl) = "TextBox" Then
        For j = 5 To 144 Step 12
            For k = 0 To 7
                If "Te" & (j + k) = ctrl.Name Then
                    ctrl.Visible = visto
                End If
            Next k
        Next j
    End If
Next
End Sub
```

*Ilustración 421: procedimiento para ocultar o visualizar la etiqueta*

### Procedimiento Cal\_Corte\_Ciclo()

Ejecuta los cálculos para cuando el usuario ha seleccionado las opciones Por Corte y Ciclo y En Pantalla. Los cálculos son complementados con el uso de la función del usuario calculos1 descrito en estos bloques.

```
Sub Calc_Corte_Ciclo() 'Procedimiento del Usuario para cálculos por Corte y Ciclo
Dim celdita, texto As Object
Workbooks(nombre).Worksheets("Formulario").Activate
fecha_i = Format(Te145, "mm/dd/yyyy")
fecha_f = Format(Te146, "mm/dd/yyyy")
CommandButton1.Top = 378
CommandButton3.Top = 378
CommandButton4.Top = 378
Call etiquetas(Label5, "PLANTA", 6, 165, 12, True)
Call etiquetas(Label6, "Manual", 72, 150, 10, True)
Call etiquetas(Label7, "Mecanizada", 72, 165, 10, True)
Call etiquetas(Label8, "Total Planta", 72, 180, 10, True)
Call etiquetas(Label9, "SOCA", 6, 215, 12, True)
Call etiquetas(Label10, "Manual", 72, 200, 10, True)
Call etiquetas(Label30, "Mecanizada", 72, 218, 10, True)
Call etiquetas(Label31, "Total Soca", 72, 235, 10, True)
```

```

Call etiquetas(Label132, "REZAG.", 6, 270, 12, True)
Call etiquetas(Label133, "Manual", 72, 256, 10, True)
Call etiquetas(Label134, "Mecanizada", 72, 274, 10, True)
Call etiquetas(Label135, "Total Rezag.", 72, 290, 10, True)
Call etiquetas(Label136, "Total Manual", 30, 305, 12, True)
Call etiquetas(Label137, "Total Mecanizada", 30, 325, 12, True)
Call etiquetas(Label138, "Total General", 30, 345, 12, True)
Oculta ("True")
criterios
' Calculos por Origen, Ciclo y Corte
indice = 0
For i = 1 To 4      ' Controla Variables, Toneladas, quintales, hectáreas, edad
For j = 1 To 3    ' Controla Origen
For k = 1 To 4   ' Controla Ciclo
For x = 1 To 3  ' Controla corte
If i < 4 Then
indice = indice + 1
indicador = calculos1(variable(i), "A3:A81", "O3:O81", "N3:N81", _
"P3:P81", ciclo(k), origen(j), corte(x), fecha_i, fecha_f)
cal(indice) = indicador
Else
indice = indice + 1
ponde = edad1("A3:A81", origen(j), ciclo(k), corte(x))
cal(indice) = ponde
End If
Next x
Next k
Next j
Next i
Call asigna(1, 0, 11) ' Control de Toneladas
Call asigna(49, 36, 11)
Call asigna(97, 72, 11)
Call asigna(13, -24, 11) ' Control de Quintales de Azúcar
Call asigna(61, 12, 11)
Call asigna(109, 48, 11)
Call asigna(25, -48, 11) ' Control de Hectareas Cosechadas
Call asigna(73, -12, 11)
Call asigna(121, 24, 11)
Call asigna(37, -72, 11) ' Control de Edad Caña
Call asigna(85, -36, 11)
Call asigna(133, 0, 11)
End Sub

```

Ilustración 422: Procedimiento para cálculo de corte y ciclo

**Procedimiento Cal\_Ciclo()**

Ejecuta los cálculos para cuando el usuario ha seleccionado las opciones Por Ciclo y En Pantalla. Los cálculos son complementados con el uso de la función del usuario cálculos descrito en estos bloques.

```
Sub Calc_Ciclo() ' Procedimiento del Usuario para cálculos por Ciclo
```

```

Workbooks(nombre).Worksheets("Formulario").Activate
Call etiquetas(Label5, "PLANTA", 54, 145, 14, True)
Call etiquetas(Label6, "SOCA", 54, 163, 14, True)
Call etiquetas(Label7, "REZAGADA", 54, 181, 14, True)
Call etiquetas(Label8, "TOTAL", 54, 199, 14, True)
oculta ("False")
CommandButton1.Top = 234
CommandButton3.Top = 234
CommandButton4.Top = 234
fecha_i = Format(Te145, "mm/dd/yyyy")
fecha_f = Format(Te146, "mm/dd/yyyy")
oculta ("False")
criterios
indice = 0
For i = 1 To 4 ' Controla Variables. Solo 3 variables
  For j = 1 To 3 ' Controla Origen
    For k = 1 To 4 ' Controla Ciclo
      If i < 4 Then
        indice = indice + 1
        indicador = calculos(variable(i), "A3:A81", "O3:O81", "N3:N81", ciclo(k), origen(j), _
          fecha_i, fecha_f)
        cal(indice) = indicador
      Else
        indice = indice + 1
        ponde = edad("A3:A81", origen(j), ciclo(k))
        cal(indice) = ponde
      End If
    Next k
  Next j
Next i
Call asigna(1, 0, 3) ' Control de Toneladas
Call asigna(49, 44, 3)
Call asigna(97, 88, 3)
Call asigna(13, 0, 3) ' Control de Quintales de Azúcar
Call asigna(61, 44, 3)
Call asigna(109, 88, 3)
Call asigna(25, 0, 3) ' Control de Hectáreas Cosechadas
Call asigna(73, 44, 3)
Call asigna(121, 88, 3)
Call asigna(37, 0, 3) ' Control de Hectáreas Cosechadas
Call asigna(85, 44, 3)
Call asigna(133, 88, 3)
End Sub

```

Ilustración 423: procedimiento para cálculo por ciclo

### Procedimiento Asigna()

Asigna los valores de toneladas de caña, quintales azúcar, hectáreas cosechadas y edad a los objetos textbox ubicados en el formulario del ejercicio 11, para luego ser mostrados o exhibidos.

```

Sub asigna(grupo, bloque, limite)
  For Each ctrl In Me.Controls
    If TypeName(ctrl) = "TextBox" Then
      desde = Val(Mid(ctrl.Name, 3, 3))
      indice = desde - bloque
      If desde >= grupo And desde <= grupo + limite Then
        ctrl.Value = VBA.Format(cal(indice), "###,###,###.##")
      End If
    End If
  Next
End Sub

```

Ilustración 424: procedimiento para asignación de valores a los textbox

## Función cálculos()

Función del usuario que realiza todos los cálculos relacionados a la caña por ciclo, ya sea por propietario y por periodo para resultados de toneladas de caña, quintales de azúcar, hectáreas cosechadas y edad de la caña.

```
Function calculos(rango1, rango2, rango3, rango4, crite1, crite2, fechai, fechaf)
    cual = True ' Función del Usuario para cálculos por ciclo

    Select Case cual
    Case crite1 <> "Total" And crite2 <> "Total"
        calculos = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range(rango1), Range(rango2), ">=" & _
            fechai, Range(rango2), "<=" & fechaf, Range(rango3), crite1, Range(rango4), crite2)

    Case crite1 = "Total" And crite2 <> "Total"
        calculos = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range(rango1), Range(rango2), ">=" & _
            fechai, Range(rango2), "<=" & fechaf, Range(rango4), "=" & crite2)

    Case crite1 <> "Total" And crite2 = "Total"
        calculos = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range(rango1), Range(rango2), ">=" & _
            fechai, Range(rango2), "<=" & fechaf, Range(rango3), crite1)

    Case crite1 = "Total" And crite2 = "Total"
        calculos = Application.WorksheetFunction.SumIfs(Range(rango1), Range(rango2), ">=" & _
            fechai, Range(rango2), "<=" & fechaf)

    End Select
End Function
```

*Ilustración 425: procedimiento para calcular por ciclo, propietario y periodo*

## Función edad ()

Función del usuario que realiza cálculos de la edad de la caña por ciclo.

```
Function edad(rango1, crite1, crite2) ' Función del Usuario para cálculo de edad caña por ciclo
    Dim celdita As Object
    edad = 0
    pesos = 0
    cual = True
    Select Case cual
    Case crite1 <> "Total" And crite2 <> "Total"
        For Each celdita In Range(rango1)
```

```

    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = critel And celdita.Offset(0, 14).Value = crite2 Then
        edad = edad + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case critel = "Total" And crite2 <> "Total"
For Each celdita In Range(rango!)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te145.Value And _
        celdita.Offset(0, 14).Value = crite2 Then
        edad = edad + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case critel <> "Total" And crite2 = "Total"
For Each celdita In Range(rango!)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te145.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = critel Then
        edad = edad + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case critel = "Total" And crite2 = "Total"
For Each celdita In Range(rango!)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value Then
        edad = edad + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos - celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next
End Select
If pesos > 0 Then
    edad = edad / pesos
Else
    edad = 0
End If
End Function

```

Ilustración 426: Procedimiento para cálculo por edad de la caña

## Función edad1()

Función del usuario, realiza cálculos de la edad de la caña por ciclo y por corte.

```

Function edad1(rango1, critel, crite2, crite3) ' Función de Usuario cálculo edad x ciclo, corte
Dim celdita As Object
edad1 = 0
pesos = 0
cual = True

Select Case cual

```

```

Case crite1 <> "Total" And crite2 <> "Total" And crite3 <> "Total"
'Suma Ciclo , Origen ,Corte
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = crite1 And celdita.Offset(0, 14).Value = _
        crite2 And celdita.Offset(0, 15).Value = crite3 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 <> "Total" And crite2 <> "Total" And crite3 = "Total"
'Suma por Ciclo y Origen
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = crite1 And celdita.Offset(0, 14).Value = crite2 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 = "Total" And crite2 <> "Total" And crite3 <> "Total" ' Suma Suma por Origen ,Corte
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 14).Value = crite2 And celdita.Offset(0, 15).Value = crite3 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 = "Total" And crite2 <> "Total" And crite3 = "Total" ' Suma por Origen
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 14).Value = crite2 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 <> "Total" And crite2 = "Total" And crite3 <> "Total" ' Suma por Ciclo y Corte
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = crite1 And celdita.Offset(0, 15).Value = crite3 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value + celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

```

```

Case crite1 <> "Total" And crite2 = "Total" And crite3 = "Total" ' Suma por Ciclo
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 13).Value = crite1 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value * celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 = "Total" And crite2 = "Total" And crite3 <> "Total" ' Suma por Corte
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value And _
        celdita.Offset(0, 15).Value = crite3 Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value * celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next

Case crite1 = "Total" And crite2 = "Total" And crite3 = "Total" ' Suma General
For Each celdita In Range(rango1)
    If CDate(celdita.Value) >= Te145.Value And CDate(celdita.Value) <= Te146.Value Then
        edad1 = edad1 + celdita.Offset(0, 3).Value * celdita.Offset(0, 11).Value
        pesos = pesos + celdita.Offset(0, 3)
    End If
Next
End Select

If pesos > 0 Then
    edad1 = edad1 / pesos
Else
    edad1 = 0
End If
End Function

```

Ilustración 427: Procedimiento para cálculo de la edad de la caña por ciclo y por cohorte

#### 4.5. DESARROLLO DE MODELOS POLINOMIALES PARA EL CÁLCULO DE DENSIDAD DE MATERIALES AZUCAREROS EN FUNCIÓN DEL °BRIX Y TEMPERATURA Y SU APLICACIÓN A SISTEMAS INFORMÁTICOS

Esta sección tiene como objetivo la determinación de un modelo matemático aplicado a una hoja de cálculo Excel de Microsoft Office, que permita calcular la densidad de materiales azucareros (con pureza superior a 75 %) en función de la temperatura y Brix. Esta determinación es de sumo interés para los balances másicos azucareros que dependen de la densidad y Brix de los materiales azucareros; ambos son influenciados por la temperatura, por lo que deben ser corregidos y llevados a 20°C, que es la temperatura estándar para los diferentes cálculos másicos en los ingenios azucareros, cuyo fin persigue determinar la eficiencia de recuperación de azúcar en la fábrica.

A los diferentes datos para Brix, densidad y temperatura utilizados en esta sección, extraídos de los libros de tecnología azucarera de uso general en los ingenios, con el uso del programa Microsoft Excel, versión XP o superior y aplicando los diferentes



modelos de ajuste de curva, ya sea lineal, exponencial, logarítmico y polinomial, este estudio estableció el modelo polinomial con base en el método de los mínimos cuadrados, como una propuesta confiable para el cálculo de la densidad de materiales azucareros corregida a 20°C, considerando que, en el cálculo del coeficiente de regresión, sus valores obtenidos fueron de 0.99999, o sea cercano al valor ideal de un coeficiente de regresión.

En los procesos industriales de la elaboración del azúcar, el control analítico del Brix y Pol es fundamental en el cálculo de la eficiencia de la fábrica de un ingenio azucarero, número que relaciona la cantidad de azúcar disponible en la caña, previo al proceso de molienda contra la cantidad de azúcar real recuperada en el proceso productivo (Chen, 1991). En este sentido, entre las principales operaciones unitarias azucareras, se encuentra la concentración de sólidos (Brix y Pol), debido a la eliminación del agua del jugo de la caña por ebullición, usando como energía calorífica aquella procedente principalmente del vapor de agua generada en las calderas.

En el proceso de concentración de sólidos del jugo de la caña y otros de materiales azucareros, tales como meladura, masas y mieles, el Brix incrementa su valor; pero, a su vez, el índice de refracción que está en relación directa con el Brix sufre cambios por efectos de la temperatura, por lo que la lectura del Brix tomada a una temperatura que no sea 20 °C debe ser corregida (Chen, 1991). Por esta razón, en los diferentes libros de tecnología y/o ingeniería azucarera, se incluyen tablas de corrección por temperatura para las mediciones de Brix.

Esta corrección debe realizarse agregando o disminuyendo determinado valor al Brix leído si este es realizado por encima o debajo de los 20°C., respectivamente; para ello, hay tablas como indica el anexo 4 que muestra la tabla de corrección por temperatura para mediciones de Brix, extraído de la tabla 21 del libro Manual de Azúcar de Caña, de James Chen. Así, por ejemplo, si a una temperatura de 25 °C el Brix leído es 35,00, el Brix corregido corresponderá a  $35,00 + 0,39 = 35,39$ , ya que, de acuerdo a la tabla 21, la corrección por temperatura del Brix corresponde a 0,39.

Con base en el nuevo valor de Brix o Brix corregido, es posible determinar otras variables, tales como la densidad del material azucarero que será utilizado para cuantificar el peso del material azucarero almacenado en su tanque recolector en el momento de realizar el balance de la sacarosa en la fábrica. La densidad y su relación con el Brix, en función de la temperatura, son encontradas en tablas publicadas en los diferentes textos de literatura azucarera, especialmente en el Libro de Métodos (2005) de ICUMSA, apéndice 1 Tabla A y apéndice 2 Tabla B, libro oficial a nivel internacional que contiene los diferentes ensayos para el azúcar y sus derivados.

En las ciencias matemáticas existen métodos como el ajuste de curva que permite representar series de datos dos variables, entre ellos datos de tablas, en forma de ecuaciones, tales como la lineal y polinomial.

**Modelo Lineal:** ajusta un conjunto de datos de dos variables a una ecuación lineal de la forma:

$$y = a + bx$$

La aplicación del método de los mínimos cuadrados permite obtener los parámetros a y b de la ecuación referida. Esta técnica tiene su fundamento en la determinación de las mínimas distancias entre cada uno de los puntos y la recta, generando las siguientes derivadas parciales:

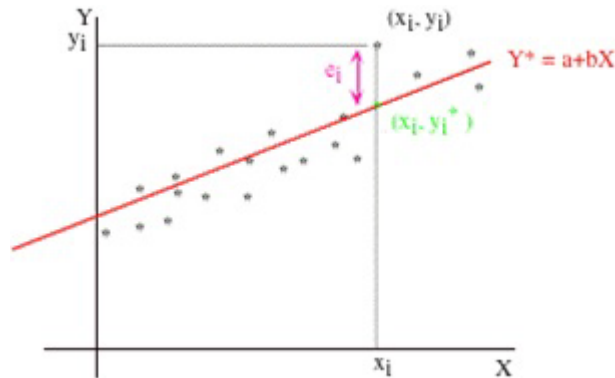


Ilustración 428: derivadas parciales

La distancia entre la recta y los puntos viene como:

$$Distancia = D = \sum_{i=1}^n e_j$$

La distancia por mínimos cuadrados viene por:

$$D = \sum_{i=1}^n e_j^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Obteniendo las derivadas parciales con respecto a la variable X y a la variable Y, se reconocen dos ecuaciones:

$$\frac{\partial D}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)(-1) = 0$$

$$\frac{\partial D}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)(-x_i) = 0$$

Para encontrar los valores mínimos, estas ecuaciones son igualadas a 0.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0$$

Arreglando sus términos, las dos ecuaciones finales quedan como:

$$na + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Resolviendo este sistema de dos ecuaciones, dará como resultados los valores de los parámetros a y b, quedando definida de esta forma la ecuación lineal.

**Modelo Polinomial:** mediante el método de mínimos cuadrados, un conjunto de datos de dos variables se ajusta a una función polinomial de la forma:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots a_mx^m$$

En que la suma de los cuadrados será:

$$D = (y - a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 - a_3x_i^3 + \dots a_mx_i^m)^2$$

Sus derivadas parciales, para un polinomio de tercer grado a aplicarse en este estudio, quedan como:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \frac{\partial D}{\partial a_0} &= -2 \sum_{i=0}^n (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - a_3ax_i^3) \\ \text{b)} \quad \frac{\partial D}{\partial a_1} &= -2 \sum_{i=0}^n x_i (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - a_3ax_i^3) \\ \text{c)} \quad \frac{\partial D}{\partial a_2} &= -2 \sum_{i=0}^n x_i^2 (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - a_3ax_i^3) \\ \text{d)} \quad \frac{\partial D}{\partial a_3} &= -2 \sum_{i=0}^n x_i^3 (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2 - a_3ax_i^3) \end{aligned}$$

Obteniéndose el sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad a_0n + a_1 \sum_{i=0}^n x_i + a_2 \sum_{i=0}^n x_i^2 + a_3 \sum_{i=0}^n x_i^3 &= \sum_{i=0}^n y_i \\ \text{b)} \quad a_0 \sum_{i=0}^n x_i + a_1 \sum_{i=0}^n x_i^2 + a_2 \sum_{i=0}^n x_i^3 + \\ a_3 \sum_{i=0}^n x_i^4 &= \sum_{i=0}^n x_i y_i \end{aligned}$$

$$c) \quad a_0 \sum_{i=0}^n x_i^2 + a_1 \sum_{i=0}^n x_i^3 + a_2 \sum_{i=0}^n x_i^4 + a_3 \sum_{i=0}^n x_i^5 = \sum_{i=0}^n x_i^2 y_i$$

$$d) \quad a_0 \sum_{i=0}^n x_i^3 + a_1 \sum_{i=0}^n x_i^4 + a_2 \sum_{i=0}^n x_i^5 + a_3 \sum_{i=0}^n x_i^6 = \sum_{i=0}^n x_i^3 y_i$$

La solución de este sistema de ecuaciones puede obtenerse aplicando métodos numéricos tales como Gauss-Jordan, Gauss-Seidel y Jacobi.

#### 4.6. MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio, las tablas base para la determinación de la densidad en función del Brix y la temperatura han sido seleccionada del Libro de Métodos (2005) de ICUMSA, que corresponden a apéndice 1 Tabla A y apéndice 2 Tabla B. De esta última tabla, en la primera fila está ubicada la temperatura que va desde 10 °C hasta 80 °C en intervalos de 10°C y en primera columna viene representada por Brix (w en%) con rango de 0 a 85 Brix en intervalos de 5 Brix y, en la intersección de fila y columna, se encuentra la densidad en kg/m<sup>3</sup>, tal como lo indicado en la tabla de la ilustración 415:

| w<br>en % | t en °C  |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|           | 10       | 20       | 30       | 40       | 50       | 60       | 70       | 80       |
| 0         | 999,699  | 998,203  | 995,645  | 992,212  | 988,030  | 983,191  | 977,759  | 971,785  |
| 5         | 1019,566 | 1017,805 | 1015,043 | 1011,453 | 1007,149 | 1002,213 | 996,703  | 990,665  |
| 10        | 1040,145 | 1038,114 | 1035,144 | 1031,394 | 1026,965 | 1021,931 | 1016,344 | 1010,244 |
| 15        | 1061,466 | 1059,161 | 1055,980 | 1052,066 | 1047,511 | 1042,378 | 1036,713 | 1030,554 |
| 20        | 1083,558 | 1080,976 | 1077,580 | 1073,501 | 1068,818 | 1063,586 | 1057,845 | 1051,629 |
| 25        | 1106,450 | 1103,589 | 1099,978 | 1095,732 | 1090,920 | 1085,589 | 1079,773 | 1073,503 |
| 30        | 1130,172 | 1127,031 | 1123,203 | 1118,790 | 1113,850 | 1108,421 | 1102,532 | 1096,213 |
| 35        | 1154,751 | 1151,331 | 1147,288 | 1142,708 | 1137,641 | 1132,116 | 1126,157 | 1119,793 |
| 40        | 1180,214 | 1176,518 | 1172,262 | 1167,519 | 1162,326 | 1156,707 | 1150,683 | 1144,281 |
| 45        | 1206,583 | 1202,619 | 1198,154 | 1193,251 | 1187,938 | 1182,229 | 1176,144 | 1169,710 |
| 50        | 1233,880 | 1229,656 | 1224,991 | 1219,935 | 1214,505 | 1208,713 | 1202,574 | 1196,116 |
| 55        | 1262,119 | 1257,649 | 1252,795 | 1247,595 | 1242,057 | 1236,189 | 1230,003 | 1223,532 |
| 60        | 1291,312 | 1286,613 | 1281,585 | 1276,253 | 1270,618 | 1264,682 | 1258,460 | 1251,986 |
| 65        | 1321,46  | 1316,56  | 1311,37  | 1305,93  | 1300,21  | 1294,22  | 1287,97  | 1281,51  |
| 70        | 1352,55  | 1347,48  | 1342,17  | 1336,62  | 1330,84  | 1324,80  | 1318,55  | 1312,11  |
| 75        | 1384,58  | 1379,37  | 1373,96  | 1368,34  | 1362,51  | 1356,46  | 1350,21  | 1343,81  |
| 80        | 1417,50  | 1412,20  | 1406,73  | 1401,08  | 1395,23  | 1389,17  | 1382,95  | 1376,62  |
| 85        | 1451,26  | 1445,94  | 1440,46  | 1434,81  | 1428,97  | 1422,94  | 1416,77  | 1410,53  |

Ilustración 429: tabla de densidad de soluciones azucaradas en función de Brix y temperatura

Para valores de Brix y temperatura impresos en esta tabla, no se percibe dificultad para determinar la densidad del material; así, por ejemplo, para Brix = 35 y temperatura = 50°C, responde a un valor de densidad de 1137.641 kg/m<sup>3</sup> o así, con Brix = 80 y temperatura = 70, se genera una densidad de 1382.95 kg/m<sup>3</sup>.

Pero el uso de la tabla puede volverse dificultosa cuando se debe obtener valores de la densidad con datos de Brix y temperatura que no constan en ella. Así, por ejemplo, para Brix = 53 y temperatura = 36.5°C, la tabla no dispone estos valores incluida la densidad. Como solución a esta limitante, mediante la aplicación de ajuste de curva por el método de mínimos cuadrados, puede obtenerse polinomios para cada valor de Brix de la tabla en correspondencia con sus temperaturas.

#### 4.7. DESARROLLO DEL POLINOMIO PARA DIFERENTES VALORES DE BRUX Y TEMPERATURAS CORRESPONDIENTES

De la tabla de la ilustración 415, para 0 Brix y temperatura correspondiente, se calcula las diferentes sumatorias necesarias para obtener el polinomio por el método de mínimos cuadrados.

El sistema de ecuaciones queda como:

$$8a_0 + 360a_1 + 20,400a_2 + 1,296,000a_3 = 7,906,524360a_0 + 20,400a_1 + 1,296,000a_2 + 87,720,000a_3 \\ = 354,097,7720,40$$

Aplicando el método de Gauss-Jordan, la solución para el sistema es:

$$a_0 = 1,000,1873575714 \quad a_1 = 0,01012392 \quad a_2 = -0,00588445 \quad a_3 = 0,00001653$$

El modelo polinomial para determinar la densidad, en función de la temperatura a 0 °Brix, queda definido con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = 0,00001653t^3 - 0,00588445t^2 + 0,01012392t + 1,000,18735714 \\ \text{Coeficiente de Correlación} = 0,999995$$

En que:

Densidad = Densidad del material azucarero en kg/m<sup>3</sup>

t = Temperatura en °C.

Utilizando el mismo procedimiento de cálculo, fueron obtenidos los polinomios para los demás valores de °Brix, mostrados a continuación:

°Brix = 5

$$\text{Densidad} = 0,00001496t^3 - 0,00551114t^2 - 0,02612662t + 1,020,37985714 \\ \text{Coeficiente de Correlación} = 0,999996$$

°Brix = 10

$$\text{Densidad} = 0,00001344t^3 - 0,00513773t^2 - 0,06288286t + 1,041,28928571 \\ \text{Coeficiente de Correlación} = 0,999997$$

°Brix = 15

$$\text{Densidad} = 0,00001196t^3 - 0,00476569t^2 - 0,10000740t + 1,062,94442857 \\ \text{Coeficiente de Correlación} = 0,999998$$

°Brix = 20

$$Densidad = 0,00000328t^3 - 0,00229429t^2 - 0,35696111t + 1,237,67892857$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999998$$

°Brix = 25

$$Densidad = 0,00001050t^3 - 0,00439183t^2 - 0,13756616 + 1,085,37485714$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 30

$$Densidad = 0,00000777t^3 - 0,00365661t^2 - 0,21277146t + 1,132,66721429$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 35

$$Densidad = 0,00000777t^3 - 0,00365661t^2 - 0,25014300t + 1,157,58364285$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 40

$$Densidad = 0,00000532t^3 - 0,00294876t^2 - 0,28683178 + 1,183,37814286$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 45

$$Densidad = 0,00000424t^3 - 0,00261252t^2 - 0,32259895t + 1,210,07092857$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 50

$$Densidad = 0,00000328t^3 - 0,00229429t^2 - 0,35696111t + 1,237,67892857$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 55

$$Densidad = 0,00000t^3 - 0,00199991t^2 - 0,38929585t + 1,266,21078571$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 60

$$Densidad = 0,00000179t^3 - 0,00172962t^2 - 0,41923716t + 1,295,67478571$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 65

$$Densidad = 0,00000129t^3 - 0,00149232t^2 - 0,44586147t + 1,326,06428571$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 70

$$Densidad = 0,00000126t^3 - 0,00133474t^2 - 0,46683081t + 1,357,34642857$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 75

$$Densidad = 0,00000101t^3 - 0,00116017t^2 - 0,48541703t + 1,389,54357143$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 80

$$Densidad = 0,00000141t^3 - 0,00109924t^2 - 0,49541955t + 1,422,55285714$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

°Brix = 85

$$Densidad = 0,00000227t^3 - 0,00113182t^2 - 0,49661688t + 1,456,32571429$$

$$CoeficientedeCorrelación = 0,999999$$

Con estas funciones polinómicas, es posible calcular la densidad de soluciones azucaradas a temperaturas entre 0 y 100 °C. Para el caso del cálculo de la densidad para valores de °Brix que no está definida en su ecuación, debe procederse a realizar una interpolación ya sea lineal o polinómica.

Por ejemplo, determinar la densidad de solución de azúcar a 83 °Brix, cuya temperatura es 46 °C.

### Solución

Proceder primero con encontrar densidad de material a 80 °Brix y luego a 85 °Brix a la temperatura de 46 °C, usando las ecuaciones polinomial ya definidas:

$$Densidad_{80} = 0,00000141 * 46^3 - 0,00109924 * 46^2 - 0,49541955 * 46 + 1,422,55285714$$

$$Densidad_{80} = 1397,5748kg/m^3$$

$$Densidad_{85} = 0,00000227 * 46^3 - 0,00113182 * 46^2 - 0,49661688 * 46 + 1,456,32571429$$

$$Densidad_{85} = 1431,307074kg/m^3$$

Luego, con estas dos densidades, interpolar la densidad al °Brix de 83, aplicando el modelo lineal siguiente:

$$Densidad_x = \frac{(Densidad2 - Densidad1)}{(Brix2 - Brix1)} \cdot (Brix_x - Brix_1) + Densidad_1$$

$$Densidad_{83} = \frac{(1431,3074 - 1397,5748)}{(85 - 80)} \cdot (83 - 80) + 1,397,5748$$

$$Densidad_{83} = 1,417,8144 \text{ kg/m}^3$$

Una vez definidos todos los modelos matemáticos a utilizarse en la determinación de la densidad de soluciones azucaradas, en función del Brix y temperatura, usando la aplicación Excel de Microsoft Office en versión XP o superior, se procede a programar las diferentes funciones para automatizar este cálculo. A continuación, se detalla la programación en Microsoft Visual Basic para Aplicaciones incluido en Excel:

```
' Programa para Calcular la Densidad de Soluciones Azucaradas entre 0 - 100 °C y 0 - 100 °Brix
' Modelos Polinómicos generados previamente por el método de mínimos cuadrados
' Realizado por Oscar Vásquez C.

Public densi
Funcion densidad(brix, temperatura)
If brix > 100 Or brix < 0 Or temperatura > 100 Or temperatura < 0 Then
    MsgBox "Datos de °Brix o Temperatura Fuera de rango, sus valores deben estar entre 0 y 100, no se puede determinar Densidad. Revise Dato y vuelva a intentar", vbCritical
    densidad = 0
Else
    parteentera = Int(brix / 10)
    partedeci = brix - 10 * parteentera
    If partedeci < 5 Then
        inferior = parteentera * 10
        Call polinomio(inferior, temperatura)
        densi1 = densi
        superior = parteentera * 10 + 5
        Call polinomio(superior, temperatura)
        densi2 = densi
    Else
        inferior = parteentera * 10 + 5
        Call polinomio(inferior, temperatura)
        densi1 = densi
        superior = parteentera * 10 + 10
        Call polinomio(superior, temperatura)
        densi2 = densi
    End If
    ' Interpolación Lineal para la densidad
    densidad = (densi2 - densi1) / (superior - inferior) * (brix - inferior) + densi1
End If
End Function

Sub polinomio(limite, temp)

Select Case limite
Case 0
    densi = 0.00001653 * temp^3 - 0.00588445 * temp^2 + 0.01012392 * temp + 1000.18735714
Case 5
    densi = 0.00001496 * temp^3 - 0.00551114 * temp^2 - 0.02612662 * temp + 1020.37985714
Case 10
    densi = 0.00001344 * temp^3 - 0.00513773 * temp^2 - 0.06288286 * temp + 1041.28928571
Case 15
    densi = 0.00001196 * temp^3 - 0.00476569 * temp^2 - 0.10000740 * temp + 1062.94442857
Case 20
    densi = 0.00001050 * temp^3 - 0.00439183 * temp^2 - 0.13756616 * temp + 1085.37485714
Case 25
    densi = 0.00000912 * temp^3 - 0.00402402 * temp^2 - 0.17508986 * temp + 1108.60521429
Case 30
    densi = 0.00000777 * temp^3 - 0.00365661 * temp^2 - 0.21277146 * temp + 1132.66721429
```



```

Case 35
    densi = 0.00000649 * temp^3 - 0.00329609 * temp^2 - 0.25014300 * temp + 1157.58364286
Case 40
    densi = 0.00000532 * temp^3 - 0.00294876 * temp^2 - 0.28683178 * temp + 1183.37814286
Case 45
    densi = 0.00000424 * temp^3 - 0.00261252 * temp^2 - 0.32259895 * temp + 1210.07092857
Case 50
    densi = 0.00000328 * temp^3 - 0.00229429 * temp^2 - 0.35696111 * temp + 1237.67892857
Case 55
    densi = 0.00000247 * temp^3 - 0.00199991 * temp^2 - 0.38929585 * temp + 1266.21078571
Case 60
    densi = 0.00000179 * temp^3 - 0.00172962 * temp^2 - 0.41923716 * temp + 1295.67478571
Case 65
    densi = 0.00000129 * temp^3 - 0.00149232 * temp^2 - 0.44586147 * temp + 1326.06428571
Case 70
    densi = 0.00000126 * temp^3 - 0.00133474 * temp^2 - 0.46683081 * temp + 1357.34642857
Case 75
    densi = 0.00000101 * temp^3 - 0.00116017 * temp^2 - 0.48541703 * temp + 1389.54357143
Case 80
    densi = 0.00000141 * temp^3 - 0.00109924 * temp^2 - 0.49541955 * temp + 1422.55285714
Case 85
    densi = 0.00000227 * temp^3 - 0.00113182 * temp^2 - 0.49661688 * temp + 1456.32571429
Case 90
    densi = 0.000008 * temp ^ 3 - 0.001713 * temp ^ 2 - 0.47995555 * temp + 1490.813287
Case 95
    densi = 0.00001 * temp ^ 3 - 0.001992 * temp ^ 2 - 0.457506 * temp + 1525.881119
Case 100
    densi = 0.000011 * temp ^ 3 - 0.002099 * temp ^ 2 - 0.43596 * temp + 1561.512587
End Select
End Sub

```

Ilustración 430: código para calcular la densidad de solución azucarada

El módulo de programación Visual Basic de Excel para la función en estudio puede verse en la ilustración 417:

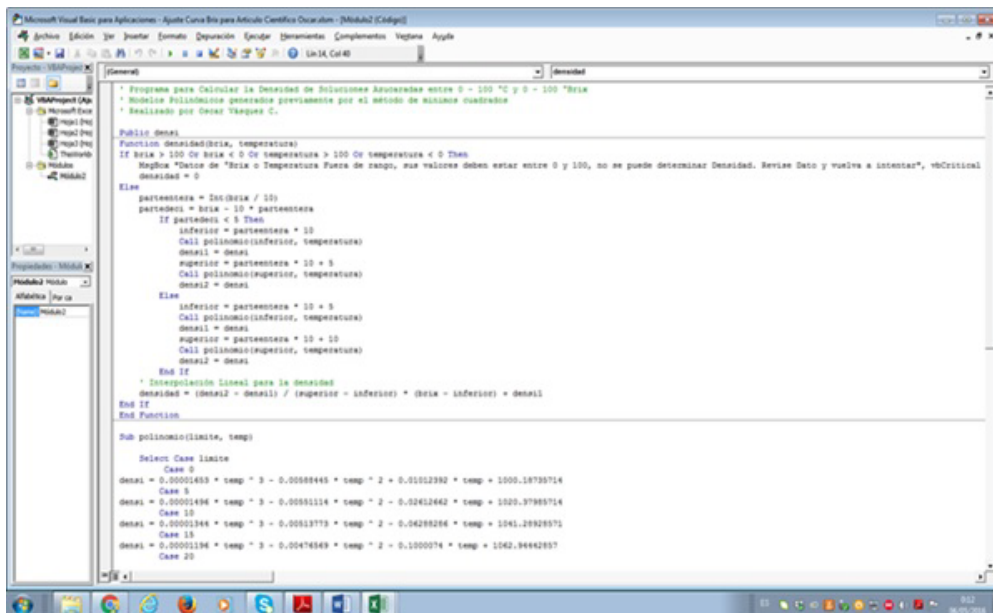


Ilustración 431: programa para calcular la densidad de soluciones azucaradas en función de Brix y temperatura

Una vez realizada la programación, queda registrado automáticamente en la hoja de Excel una nueva función de nombre densidad que utiliza dos parámetros: Brix y temperatura. Entonces, en una celda, puede ingresarse esta función con los dos parámetros para obtener su resultado, tal como indica la ilustración 418:

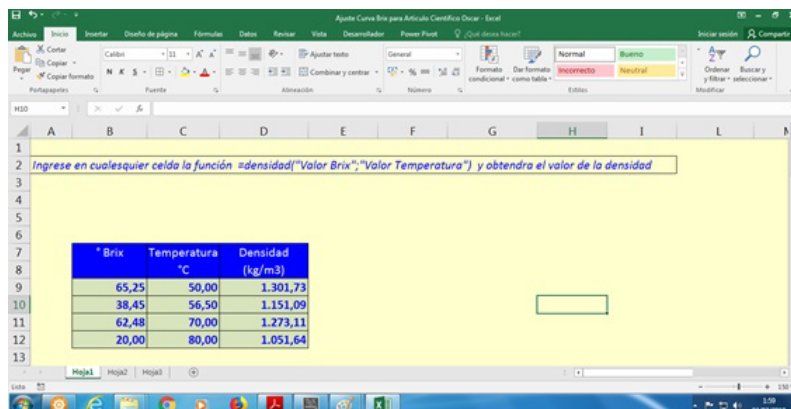


Ilustración 432: función personalizada en Excel para calcular densidad de material azucarero

## 4.8. RESULTADOS

Una serie de datos para ° Brix y temperatura fueron ensayados en la hoja de cálculo que contenía la función para el cálculo de la densidad indicado anteriormente y sus resultados fueron comparados con las densidades que arrojó la aplicación web The Sugar Engineers, en lo que corresponde a propiedad de materiales. Los resultados comparativos se muestran en la siguiente tabla:

Resultados comparativos de densidades  
Densidad Polinomio vs. Densidad Sugar Eng.

| ° Brix | Temperatura °C | Densidad Polinomio (kg/m <sup>3</sup> ) | Densidad Sugar Engineers (kg/m <sup>3</sup> ) | Diferencia (*) |
|--------|----------------|---|---|----------------|
| 5      | 20             | 1.017,77                                | 1.017,8                                       | 0,00           |
| 10     | 22             | 1.037,56                                | 1.037,6                                       | 0,00           |
| 15     | 24             | 1.057,96                                | 1.058,0                                       | 0,00           |
| 20     | 35             | 1.075,63                                | 1.075,6                                       | 0,00           |
| 25     | 38             | 1.096,64                                | 1.096,6                                       | 0,00           |
| 30     | 40             | 1.118,80                                | 1.118,8                                       | 0,00           |
| 35     | 42             | 1.141,74                                | 1.141,7                                       | 0,00           |
| 40     | 48             | 1.163,40                                | 1.163,4                                       | 0,00           |
| 45     | 50             | 1.187,94                                | 1.187,9                                       | 0,00           |
| 50     | 55             | 1.211,65                                | 1.211,7                                       | 0,00           |
| 55     | 57             | 1.237,98                                | 1.238,0                                       | 0,00           |
| 60     | 60             | 1.264,68                                | 1.264,7                                       | 0,00           |
| 65     | 62             | 1.292,99                                | 1.293,0                                       | 0,00           |
| 70     | 65             | 1.321,71                                | 1.321,7                                       | 0,00           |
| 75     | 68             | 1.351,49                                | 1.351,5                                       | 0,00           |
| 80     | 72             | 1.381,71                                | 1.381,7                                       | 0,00           |

(\*): El valor de densidad de polinomio fue redondeado a un decimal debido a que la densidad del sistema Sugar Engineers solo arroja valores con un decimal.

Ilustración 433: resultados comparativos de densidad

#### 4.9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de densidad en función de Brix y temperatura, obtenidos en la hoja de Excel programada y en la página Sugar Engineers ([www.sugarengineers.co.za/density/index.php](http://www.sugarengineers.co.za/density/index.php)), todos fueron similares, presentando diferencia en el segundo decimal, pero esencialmente porque el sistema Sugar Engineers despliega resultados con precisión de valores de un decimal y no permite una comparación exhaustiva; sin embargo, la aplicación de estos modelos polinómicos para el cálculo de la densidad de materiales azucareros presenta confiabilidad en su uso porque el coeficiente de correlación (r) obtenido para cada polinomio correspondía a un valor de 0.99999, cercano al ideal de 1. Una gran ventaja que presenta este modelo matemático en Excel es que permite ingresar datos Brix entre el rango de 0.00 a 100.00 y para la temperatura entre el rango de 0.00 °C a 100.00°C, incluyendo valores decimales para ambas variables; no así el sistema Sugar Engineers que solo permite ingresar valores enteros tanto para Brix como para temperatura, con rangos entre 5 a 90 para Brix y 20°C a 80°C para la temperatura.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

Real Academia Española. (29 de junio de 2022). Industria.  
<https://dle.rae.es/industria?m=form>

Chen, J. (1991). *Manual del Azúcar de Caña*. Editorial Limusa.

ICUMSA. (2006). *Libro de Métodos 2005*. Verlag Dr. Bartens KG.

Menachen, B. (2000). *Visual FoxPro 6, Edición Especial*. Pearson Educación.

Microsoft. (1998). *Visual FoxPro 6 Manual del Programador*. McGraw Hill.



# ANEXOS

## ANEXO 1

### VOLUME OF SUCROSE SOLUTIONS AT DIFFERENT TEMPERATURES (From U.S. National Bureau of Standards Circular C440.)

$$\text{Volume factor, } f = \frac{\text{Volume at } t \text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{Volume at } 20 \text{ }^{\circ}\text{C}} \quad (20^{\circ}\text{C} = \text{Standards temperature})$$

| Temp.<br>(°C) | Percentage of sucrose by weight |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | 0                               | 5      | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     | 45     | 50     | 55     | 60     | 65     | 70     | 75     |
| 0             | 0,9984                          | 0,9976 | 0,9969 | 0,9964 | 0,9958 | 0,9954 | 0,9949 | 0,9945 | 0,9941 | 0,9937 | 0,9934 | 0,9931 | 0,9929 | 0,9928 | 0,9926 | 0,9927 |
| 5             | 0,9982                          | 0,9978 | 0,9974 | 0,9970 | 0,9966 | 0,9963 | 0,9960 | 0,9957 | 0,9954 | 0,9952 | 0,9949 | 0,9948 | 0,9946 | 0,9945 | 0,9944 | 0,9945 |
| 10            | 0,9985                          | 0,9983 | 0,9981 | 0,9978 | 0,9976 | 0,9974 | 0,9972 | 0,9970 | 0,9969 | 0,9967 | 0,9966 | 0,9964 | 0,9963 | 0,9963 | 0,9962 | 0,9964 |
| 15            | 0,9991                          | 0,9990 | 0,9989 | 0,9988 | 0,9987 | 0,9986 | 0,9985 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9983 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9981 | 0,9981 | 0,9981 | 0,9982 |
| 20            | 1,0000                          | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 25            | 1,0012                          | 1,0012 | 1,0013 | 1,0014 | 1,0014 | 1,0015 | 1,0016 | 1,0017 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0018 | 1,0019 | 1,0019 | 1,0019 | 1,0020 | 1,0019 |
| 30            | 1,0026                          | 1,0026 | 1,0027 | 1,0029 | 1,0030 | 1,0032 | 1,0033 | 1,0035 | 1,0036 | 1,0037 | 1,0038 | 1,0039 | 1,0039 | 1,0039 | 1,0040 | 1,0038 |
| 35            | 1,0042                          | 1,0043 | 1,0044 | 1,0046 | 1,0048 | 1,0050 | 1,0052 | 1,0054 | 1,0056 | 1,0057 | 1,0058 | 1,0059 | 1,0060 | 1,0060 | 1,0061 | 1,0058 |
| 40            | 1,0060                          | 1,0061 | 1,0063 | 1,0065 | 1,0068 | 1,0070 | 1,0072 | 1,0074 | 1,0076 | 1,0078 | 1,0079 | 1,0080 | 1,0081 | 1,0081 | 1,0082 | 1,0078 |
| 45            | 1,0080                          | 1,0081 | 1,0084 | 1,0086 | 1,0089 | 1,0091 | 1,0094 | 1,0096 | 1,0098 | 1,0099 | 1,0100 | 1,0102 | 1,0102 | 1,0103 | 1,0103 | 1,0099 |
| 50            | 1,0102                          | 1,0104 | 1,0106 | 1,0109 | 1,0112 | 1,0115 | 1,0117 | 1,0119 | 1,0120 | 1,0122 | 1,0123 | 1,0124 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0125 | 1,0121 |
| 55            | 1,0126                          | 1,0128 | 1,0131 | 1,0134 | 1,0137 | 1,0139 | 1,0141 | 1,0143 | 1,0144 | 1,0145 | 1,0147 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0148 | 1,0143 |
| 60            | 1,0152                          | 1,0155 | 1,0158 | 1,0161 | 1,0163 | 1,0165 | 1,0167 | 1,0168 | 1,0169 | 1,0170 | 1,0171 | 1,0172 | 1,0172 | 1,0172 | 1,0171 | 1,0166 |
| 65            | 1,0179                          | 1,0184 | 1,0186 | 1,0189 | 1,0191 | 1,0194 | 1,0196 | 1,0196 | 1,0200 | 1,0202 | 1,0199 | 1,0199 | 1,0198 | 1,0194 | 1,0189 | 1,0190 |
| 70            | 1,0209                          | 1,0213 | 1,0215 | 1,0218 | 1,0218 | 1,0221 | 1,0223 | 1,0224 | 1,0227 | 1,0229 | 1,0225 | 1,0225 | 1,0223 | 1,0219 | 1,0215 | 1,0214 |
| 75            | 1,0241                          | 1,0243 | 1,0244 | 1,0247 | 1,0248 | 1,0250 | 1,0251 | 1,0252 | 1,0254 | 1,0257 | 1,0252 | 1,0251 | 1,0250 | 1,0244 | 1,0241 | 1,0238 |
| 80            | 1,0274                          | 1,0273 | 1,0275 | 1,0277 | 1,0279 | 1,0280 | 1,0281 | 1,0281 | 1,0283 | 1,0286 | 1,0280 | 1,0278 | 1,0277 | 1,0270 | 1,0268 | 1,0263 |
| 85            | 1,0308                          | 1,0307 | 1,0309 | 1,0309 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0312 | 1,0317 | 1,0310 | 1,0306 | 1,0305 | 1,0279 | 1,0294 | 1,0289 |
| 90            | 1,0342                          | 1,0342 | 1,0344 | 1,0344 | 1,0347 | 1,0346 | 1,0345 | 1,0344 | 1,0343 | 1,0347 | 1,0340 | 1,0334 | 1,0334 | 1,0326 | 1,0322 | 1,0316 |
| 95            | 1,0376                          | 1,0379 | 1,0380 | 1,0380 | 1,0382 | 1,0381 | 1,0379 | 1,0377 | 1,0375 | 1,0378 | 1,0371 | 1,0364 | 1,0363 | 1,0354 | 1,0351 | 1,0343 |
| 100           | 1,0411                          | 1,0417 | 1,0418 | 1,0417 | 1,0417 | 1,0415 | 1,0413 | 1,0412 | 1,0409 | 1,0409 | 1,0403 | 1,0395 | 1,0393 | 1,0383 | 1,0380 | 1,0370 |

Ilustración 434: corrección de volumen por temperatura para materiales azucareros

## ANEXO 2

| Brix, densidad aparente, densidad relativa aparente, gramos de sacarosa por 100 ml y grados Baumé de soluciones de azúcar a 20 °C. (Tomada de NBS - C440, pág. 632, C44, 1918) <sup>a</sup> |                              |  |  |                               |  |                              |  |  |                               |
|---|------------------------------|--|--|-------------------------------|--|------------------------------|--|--|-------------------------------|
| Porcentaje de sacarosa por peso ("Brix") (1)  | Densidad aparente a 20°C (2) | Densidad relativa aparente a 20°C/20°C (3) | Gramos de sacarosa por 100 ml. pesada in vacuo (4) | Grados Baumé (módulo 145) (5) | Porcentaje de sacarosa por peso ("Brix") (1) | Densidad aparente a 20°C (2) | Densidad relativa aparente a 20°C/20°C (3) | Gramos de sacarosa por 100 ml. pesada in vacuo (4) | Grados Baumé (módulo 145) (5) |
| 0,0   | 0,99717                      | 1,00000                                    | 0,000  | 0,00                          | 3,5  | 1,01084                      | 1,01371                                    | 3,542  | 1,96                          |
| 0,1   | 0,99756                      | 1,00039                                    | 0,100  | 0,06                          | 3,6  | 1,01124                      | 1,01410                                    | 3,644  | 2,02                          |
| 0,2   | 0,99795                      | 1,00078                                    | 0,200  | 0,11                          | 3,7  | 1,01163                      | 1,01450                                    | 3,747  | 2,07                          |
| 0,3   | 0,99834                      | 1,00117                                    | 0,300  | 0,17                          | 3,8  | 1,01203                      | 1,01490                                    | 3,850  | 2,13                          |
| 0,4   | 0,99872                      | 1,00156                                    | 0,400  | 0,22                          | 3,9  | 1,01243                      | 1,01529                                    | 3,953  | 2,18                          |
| 0,5   | 0,99911                      | 1,00194                                    | 0,500  | 0,28                          | 4,0  | 1,01282                      | 1,01569                                    | 4,056  | 2,24                          |
| 0,6   | 0,99950                      | 1,00233                                    | 0,600  | 0,34                          | 4,1  | 1,01322                      | 1,01609                                    | 4,159  | 2,29                          |
| 0,7   | 0,99989                      | 1,00272                                    | 0,700  | 0,39                          | 4,2  | 1,01361                      | 1,01649                                    | 4,262  | 2,35                          |
| 0,8   | 1,00028                      | 1,00312                                    | 0,800  | 0,45                          | 4,3  | 1,01401                      | 1,01688                                    | 4,365  | 2,40                          |
| 0,9   | 1,00067                      | 1,00351                                    | 0,900  | 0,51                          | 4,4  | 1,01441                      | 1,01728                                    | 4,468  | 2,46                          |
| 1,0   | 1,00106                      | 1,00390                                    | 1,000  | 0,56                          | 4,5  | 1,01480                      | 1,01768                                    | 4,571  | 2,52                          |
| 1,1   | 1,00145                      | 1,00429                                    | 1,100  | 0,62                          | 4,6  | 1,01520                      | 1,01808                                    | 4,675  | 2,57                          |
| 1,2   | 1,00184                      | 1,00468                                    | 1,200  | 0,67                          | 4,7  | 1,01560                      | 1,01848                                    | 4,778  | 2,63                          |
| 1,3   | 1,00223                      | 1,00507                                    | 1,300  | 0,73                          | 4,8  | 1,01600                      | 1,01888                                    | 4,882  | 2,68                          |
| 1,4   | 1,00261                      | 1,00546                                    | 1,400  | 0,79                          | 4,9  | 1,01640                      | 1,01928                                    | 4,986  | 2,74                          |
| 1,5   | 1,00300                      | 1,00585                                    | 1,500  | 0,84                          | 5,0  | 1,01680                      | 1,01968                                    | 5,089  | 2,79                          |
| 1,6   | 1,00339                      | 1,00624                                    | 1,600  | 0,90                          | 5,1  | 1,01719                      | 1,02008                                    | 5,193  | 2,85                          |
| 1,7   | 1,00378                      | 1,00663                                    | 1,700  | 0,95                          | 5,2  | 1,01759                      | 1,02048                                    | 5,297  | 2,91                          |
| 1,8   | 1,00417                      | 1,00702                                    | 1,800  | 1,01                          | 5,3  | 1,01799                      | 1,02088                                    | 5,401  | 2,96                          |
| 1,9   | 1,00456                      | 1,00741                                    | 1,911  | 1,07                          | 5,4  | 1,01839                      | 1,02128                                    | 5,506  | 3,02                          |
| 2,0   | 1,00495                      | 1,00780                                    | 2,012  | 1,12                          | 5,5  | 1,01879                      | 1,02168                                    | 5,609  | 3,07                          |
| 2,1   | 1,00534                      | 1,00819                                    | 2,113  | 1,18                          | 5,6  | 1,01919                      | 1,02208                                    | 5,713  | 3,13                          |
| 2,2   | 1,00574                      | 1,00859                                    | 2,215  | 1,23                          | 5,7  | 1,01959                      | 1,02248                                    | 5,818  | 3,18                          |
| 2,3   | 1,00613                      | 1,00898                                    | 2,317  | 1,29                          | 5,8  | 1,01999                      | 1,02289                                    | 5,922  | 3,24                          |
| 2,4   | 1,00652                      | 1,00937                                    | 2,418  | 1,34                          | 5,9  | 1,02040                      | 1,02329                                    | 6,027  | 3,30                          |
| 2,5   | 1,00691                      | 1,00976                                    | 2,520  | 1,40                          | 6,0  | 1,02080                      | 1,02369                                    | 6,131  | 3,35                          |
| 2,6   | 1,00730                      | 1,01016                                    | 2,622  | 1,46                          | 6,1  | 1,02120                      | 1,02409                                    | 6,236  | 3,41                          |
| 2,7   | 1,00769                      | 1,01055                                    | 2,724  | 1,51                          | 6,2  | 1,02160                      | 1,02450                                    | 6,340  | 3,46                          |
| 2,8   | 1,00809                      | 1,01094                                    | 2,826  | 1,57                          | 6,3  | 1,02200                      | 1,02490                                    | 6,445  | 3,52                          |
| 2,9   | 1,00848                      | 1,01134                                    | 2,928  | 1,62                          | 6,4  | 1,02241                      | 1,02530                                    | 6,550  | 3,57                          |
| 3,0   | 1,00887                      | 1,01173                                    | 3,030  | 1,68                          | 6,5  | 1,02281                      | 1,02571                                    | 6,655  | 3,63                          |
| 3,1   | 1,00927                      | 1,01213                                    | 3,132  | 1,74                          | 6,6  | 1,02321                      | 1,02611                                    | 6,760  | 3,69                          |
| 3,2   | 1,00966                      | 1,01252                                    | 3,234  | 1,79                          | 6,7  | 1,02362                      | 1,02652                                    | 6,865  | 3,74                          |
| 3,3   | 1,01006                      | 1,01292                                    | 3,337  | 1,85                          | 6,8  | 1,02402                      | 1,02692                                    | 6,971  | 3,80                          |
| 3,4   | 1,01045                      | 1,01331                                    | 3,439  | 1,90                          | 6,9  | 1,02442                      | 1,02733                                    | 7,076  | 3,85                          |

Ilustración 435: °Brix y densidades de soluciones de azúcar A 20 °C

ANEXO 3

Granulado normal equivalente (GNE)<sup>a</sup> y purezas del azúcar

| Pureza del Azúcar | GNE   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 0     | 0,1   | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,8   | 0,9   |
| 95                | 97,89 | 97,93 | 97,98 | 98,02 | 98,07 | 98,11 | 98,16 | 98,20 | 98,25 | 98,29 |
| 96                | 98,33 | 98,37 | 98,42 | 98,46 | 98,51 | 98,55 | 98,59 | 98,63 | 98,67 | 98,70 |
| 97                | 98,76 | 98,80 | 98,85 | 98,89 | 98,94 | 98,99 | 99,02 | 99,06 | 99,10 | 99,14 |
| 98                | 99,18 | 99,22 | 99,26 | 99,30 | 99,35 | 99,39 | 99,44 | 99,48 | 99,52 | 99,56 |
| 99                | 99,60 | 99,64 | 99,68 | 99,72 | 99,76 | 99,80 | 99,84 | 99,88 | 99,92 | 99,96 |

<sup>a</sup>Para convertir recuperación (retención) de sacarosa (Pol) en un azúcar de una pureza dada a recuperación (retención) de 100% de sacarosa seca (GNE). Calculado en 1943 (Meade) mediante la fórmula SJM con mieles de 28.57.

Ilustración 436: Granulado Normal Equivalente (GNE) Y purezas del azúcar

ANEXO 4

Correcciones por temperatura para las mediciones de sacarosa refractométrica [sustancia seca a 589 nm. Temperatura de referencia 20 °C (Calculada por Rosenbruch)<sup>a</sup>

| Temperatura (°C) | % de sacarosa ( sustancia seca ) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  | <i>Restar del valor medido</i>   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 15               | 0,29                             | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,37 |
| 16               | 0,24                             | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 |
| 17               | 0,18                             | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,22 |
| 18               | 0,12                             | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 19               | 0,06                             | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
|                  | <i>Añadir al valor medido</i>    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21               | 0,06                             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| 22               | 0,13                             | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 23               | 0,20                             | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,22 |
| 24               | 0,27                             | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,30 |
| 25               | 0,34                             | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,38 |
| 26               | 0,42                             | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,47 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 |
| 27               | 0,50                             | 0,51 | 0,52 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,52 |
| 28               | 0,58                             | 0,59 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |
| 29               | 0,66                             | 0,67 | 0,68 | 0,69 | 0,70 | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,69 |
| 30               | 0,74                             | 0,75 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,80 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,77 |
| 31               | 0,83                             | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,89 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,83 |
| 32               | 0,91                             | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,92 |
| 33               | 1,00                             | 1,02 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,00 |
| 34               | 1,10                             | 1,11 | 1,12 | 1,13 | 1,15 | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,10 | 1,08 |
| 35               | 1,19                             | 1,20 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,25 | 1,26 | 1,26 | 1,25 | 1,25 | 1,24 | 1,23 | 1,21 | 1,20 | 1,18 | 1,16 |
| 36               | 1,29                             | 1,30 | 1,31 | 1,32 | 1,33 | 1,34 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,34 | 1,33 | 1,32 | 1,30 | 1,28 | 1,26 | 1,24 |
| 37               | 1,38                             | 1,40 | 1,41 | 1,42 | 1,43 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 1,43 | 1,42 | 1,40 | 1,38 | 1,36 | 1,34 | 1,32 | 1,29 |
| 38               | 1,48                             | 1,50 | 1,51 | 1,52 | 1,53 | 1,53 | 1,54 | 1,54 | 1,53 | 1,53 | 1,52 | 1,51 | 1,49 | 1,47 | 1,45 | 1,42 | 1,39 |
| 39               | 1,59                             | 1,60 | 1,61 | 1,62 | 1,62 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,62 | 1,61 | 1,60 | 1,58 | 1,56 | 1,53 | 1,50 | 1,47 |
| 40               | 1,69                             | 1,70 | 1,71 | 1,72 | 1,72 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,72 | 1,71 | 1,70 | 1,69 | 1,67 | 1,64 | 1,62 | 1,59 | 1,52 |

<sup>a</sup> Schneider, ICUMSA Methods, 1979, pág. 237.

Ilustración 437: correcciones por temperatura para las mediciones de sacarosa refractométrica

si me pregunta, a mi, me quedaria con la ultima, me agrada el gesto que hace al indicar la balanza como argumentando algo

balanza



## SOBRE LOS AUTORES



- **Vásquez Coronel Oscar Oswaldo:**

Ingeniero Químico, Magister en auditorías de sistemas de gestión de la calidad, Especialista en docencia universitaria, Especialista en auditorias de sistemas de gestión de calidad, Diplomado en bioestadística, diseñador de software para ingenios azucareros, Superintendente de aseguramiento de la calidad en ingenios azucareros y docente universitario por más de dos décadas en unidades académicas de administración, ciencias de la salud e ingeniería , autor de varias publicaciones en revistas indexadas.

- **Vega Abad Cesar Remigio:**

Tecnólogo Analista de sistemas ,Ing. De sistemas. Mgs. en redes de comunicaciones , Mgs. en Administración de Empresas mención gestión y dirección de proyectos,13 años de docente universitario

- **Romero Mogrovejo Luis Cornelio:**

Dr. En Medicina y Cirugía. Abogado de los Tribunales de Justicia. Magister en Medicina Forense. Diplomado en bioestadística. Mediador Calificado. Docente Universitario por 13 años en las Carreras de Derecho y Enfermería



★ ★ ★

***Excel para ingenieros y tecnólogos azucareros***

se imprimió en la ciudad de Cuenca, Ecuador, en el mes  
de marzo de 2024, en la Editorial Universitaria  
Católica (EDUNICA), con un tiraje de 60 ejemplares.

★ ★ ★





ISBN: 978-9942-27-252-2



ISBN: 978-9942-27-254-6

