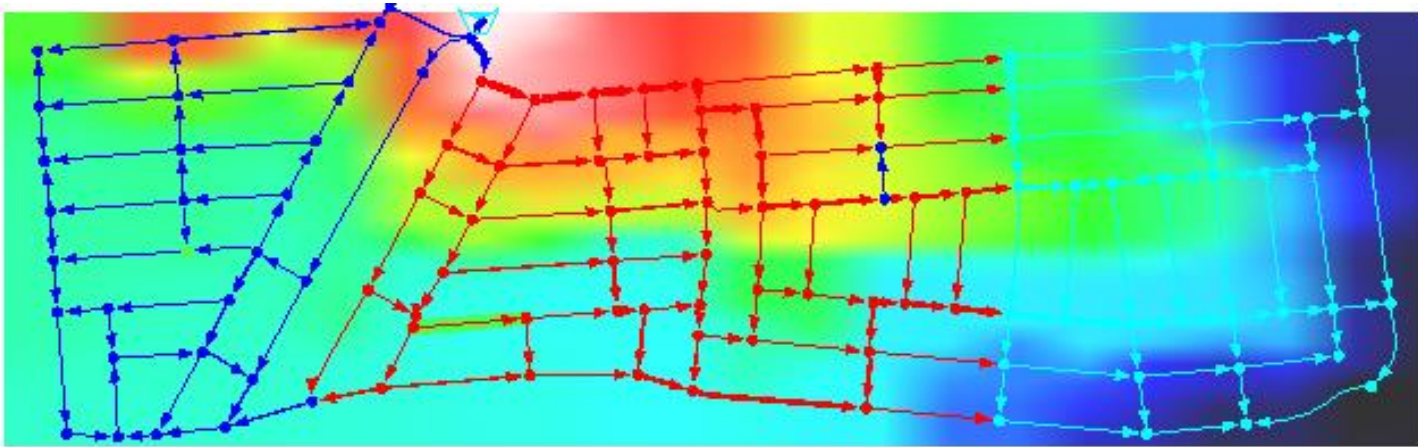


TUTORIAL DISEÑO DE REDES A PRESIÓN CON AKUA

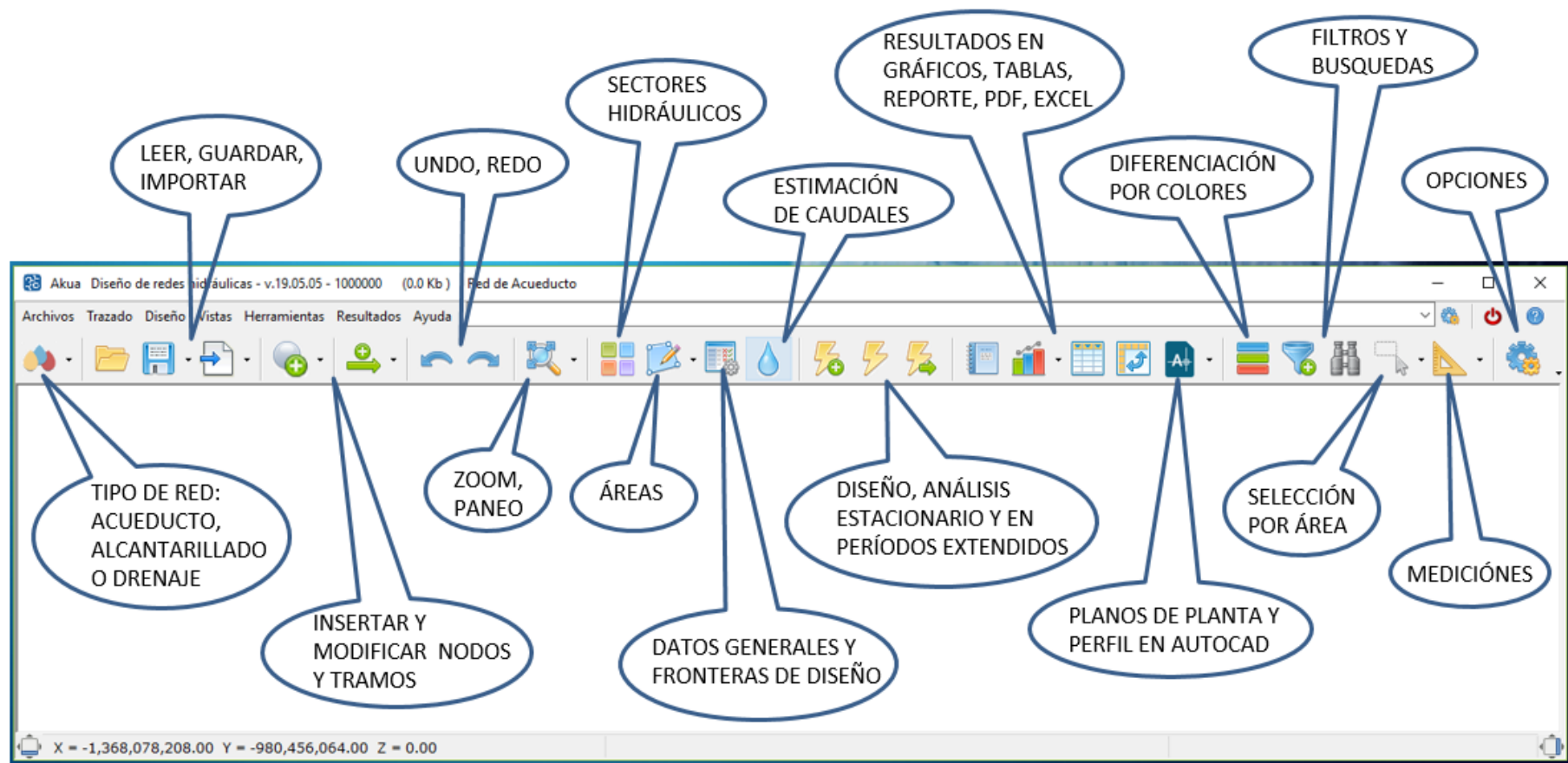
<http://akua.mesoftware.net/>



Fases del diseño

1. Selección del proyecto
2. Importar la base cartográfica
3. Trazar la topología e la red
4. Asignar cotas topográficas a los nodo
5. Ejecutar el diseño
6. Comprobar resultados del diseño
7. Ajustar parámetros hidráulicos
8. Ejecutar análisis en períodos extendidos
9. Comprobar resultados del análisis

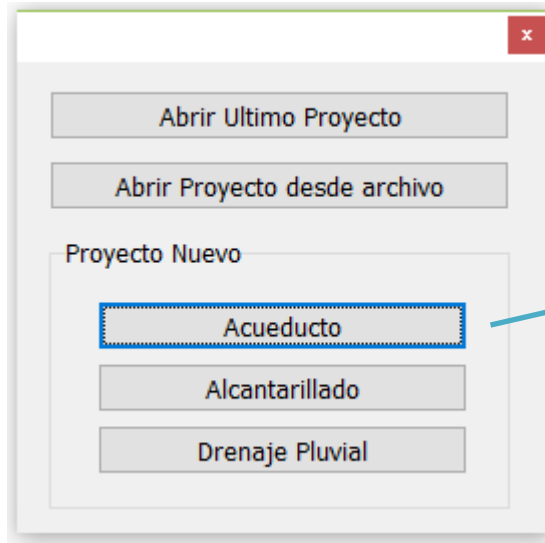
Entorno de trabajo



Fase 1: Selección del proyecto

Al abrir el programa, debemos decidir que tipo de proyecto vamos a desarrollar.

Se nos presenta la siguiente pantalla:

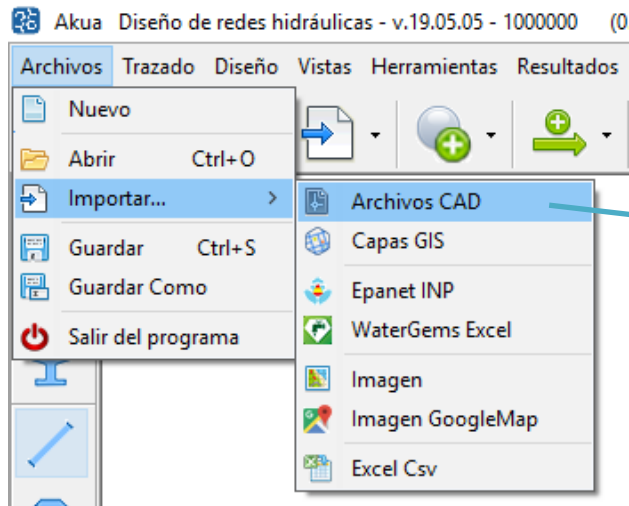


Marcamos la casilla
Proyecto nuevo de
Acueducto

Fase 2: Importar la base cartográfica

A no ser que durante la instalación se cambie, Akua se instala en la carpeta [C:\Program Files \(x86\)\Akua](#) y por defecto busca los archivos en la carpeta [C:\Program Files \(x86\)\Akua\Files](#) , donde vienen una serie de ejemplos.

Ejecutamos el comando: **Archivos > Importar > Archivos Cad**



Para este tutorial importaremos el archivo [Ex-1.dwg](#) desde la carpeta [Files](#)

Fase 2: Importar la base cartográfica

Aparecerá el formato de la cartografía. Hacemos Click en el botón OK

Cartografía

Capas

- 0
- BORD
- POLIG
- ELEV

Lmites

X.Min. : 360,465.50

X.Max. : 360,750.56

Y.Min. : 368,528.25

Y.Max. : 368,803.53

DX: 285.06 DY: 275.28

Capa de Cotas

Visible Monocrom.

?

OK



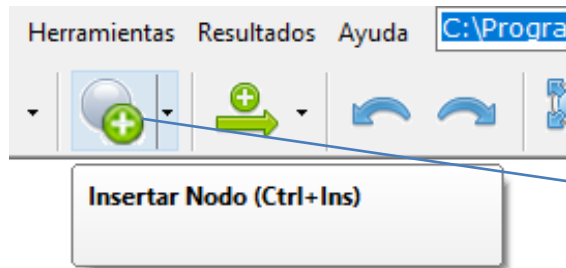
Fase 3: Trazar la topología

La topología de la red es la distribución planimétrica de los elementos que la conforman: Nodos, Tramos, Embalses, Tanques y Válvulas.

El proceso consiste en insertar los nodos y posteriormente enlazar los tramos entre nodos.

Un nodo se puede insertar desde el menú : **Trazado > Insertar Nodo**, desde la barra de comandos o pulsando **Ctrl+Ins**

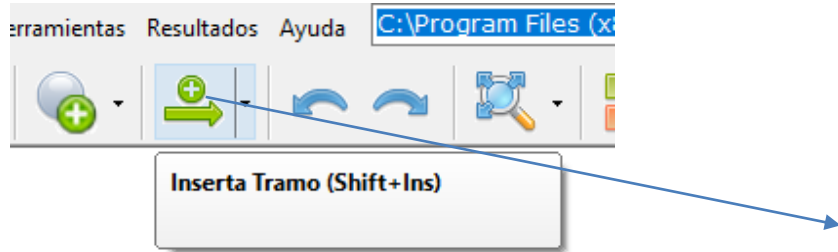
Desde barra de comandos:



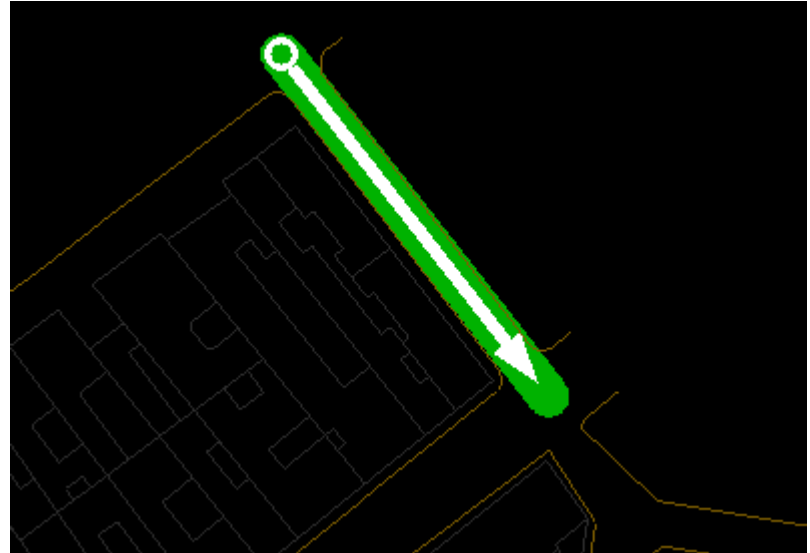
Fase 3: Trazar la topología

Un tramo se puede insertar desde : **Trazado > Insertar Tramo**, desde la barra de comandos o pulsando **Shift+Ins**. Para trazar el tramo se marca primero con el cursor el nodo inicial y luego el nodo final.

Desde barra de comandos:



La dirección de los tramos no es relevante, pues posteriormente el programa los organizará en función de la dirección del flujo

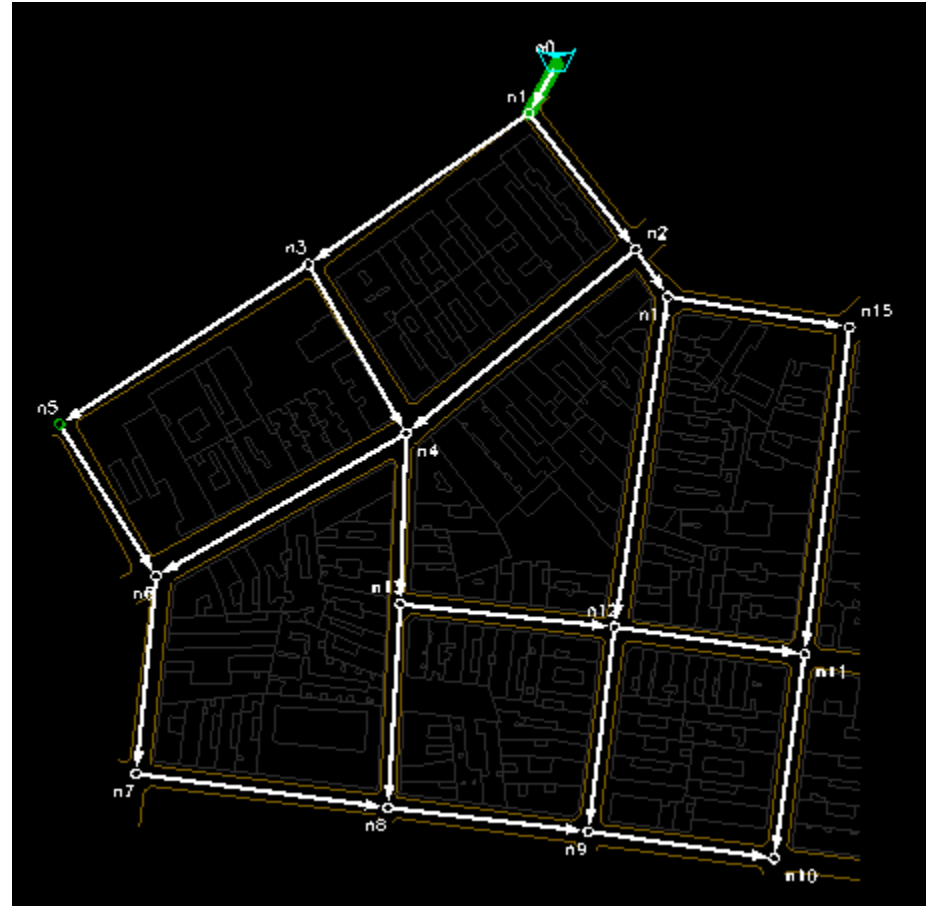
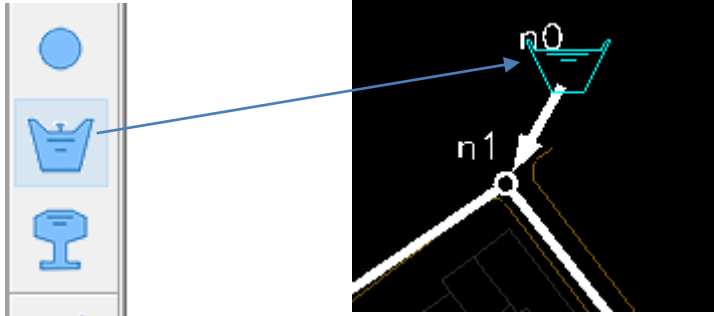


Fase 3: Trazar la topología

Se repite el procedimiento hasta completar la topología el área de estudio.

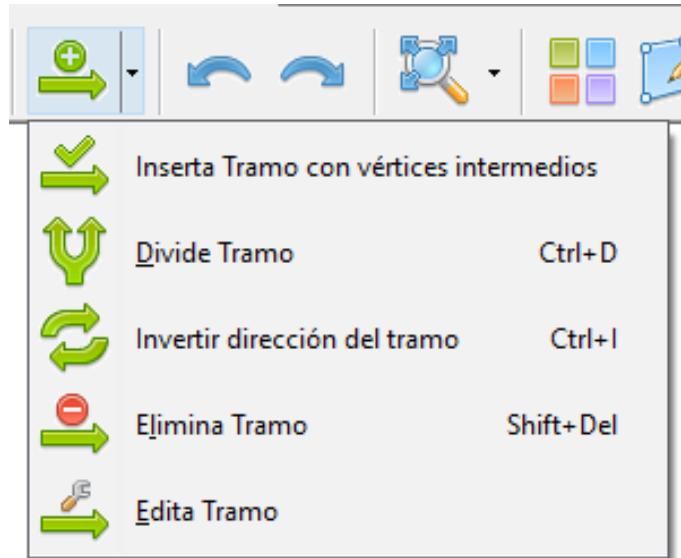
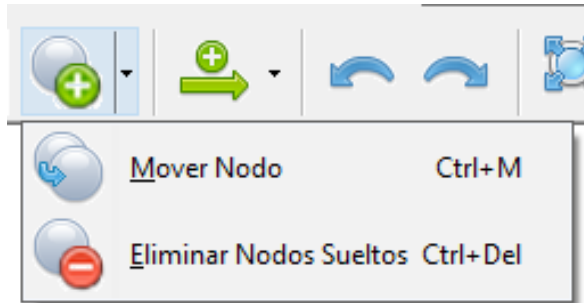
Insertemos un depósito en uno de los nodos. Para ello nos posicionamos con el cursor en el nodo, comprobando que tome el color verde, de selección.

Desde la barra lateral izquierda seleccionamos el ícono del depósito



Fase 3: Trazar la topología

OPCIONES PARA MODIFICACIÓN DE NODOS Y TRAMOS



Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Las cotas de los nodos se pueden entrar de varias maneras:

1. Dando el valor directamente a cada nodo
2. Importando elementos XYZ desde archivo csv
3. Desde una capa de elevaciones en AutoCad

Si ya disponemos de los valores XYZ se pueden importar en formato separado por coma (.csv)

Este archivo deberá estar conformado de la siguiente forma:

X	Y	Z
360583.16	368554.78	2.45
360654.19	368544.66	2.58
360720.25	368536.28	2.58
360469.91	368698.47	2.86
360500.34	368636.41	4.13

Ejecute el comando **Herramientas > Topografía**, marque el botón importar y desde la carpeta **Files** lea el archivo **Ex-1.csv** .

Cuando se llene la tabla active la casilla **[AutoAjustar Cotas de los nodos]** y marque **OK**

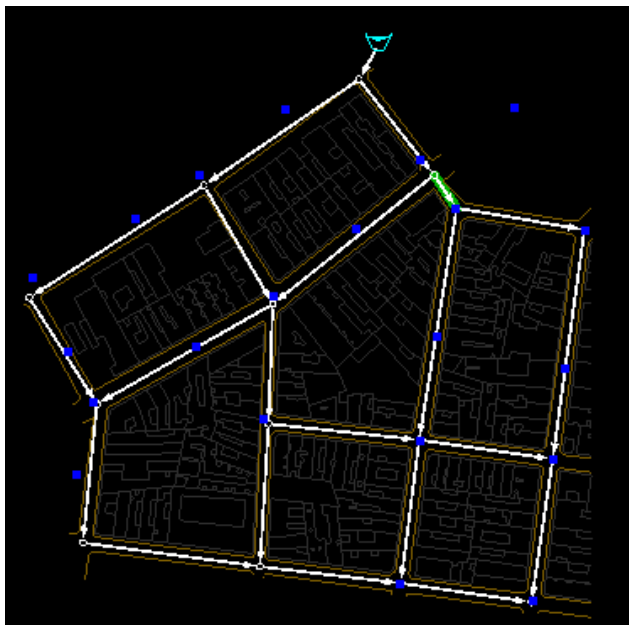
Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

X	Y	Z
360720.25	368536.28	2.58
360469.91	368698.47	2.86
360500.34	368636.41	4.13
360488.28	368660.94	3.57
360491.84	368599.59	3.37
360551.75	368663.75	4.12
360590.44	368688.78	3.94
360585.88	368627.28	2.61
360664.25	368616.81	2.45
360672.63	368668.81	2.54
360682.00	368733.28	3.27
360664.41	368757.72	3.62
360632.16	368723.28	3.93
360521.44	368727.66	3.02
360554.06	368750.13	2.84

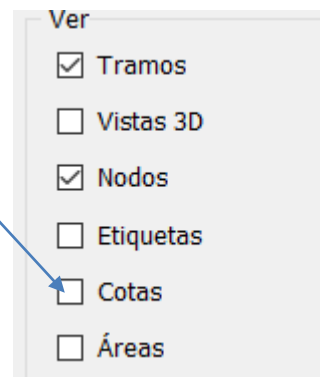
Importar Exportar

Autoajustar cotas de los nodos

OK

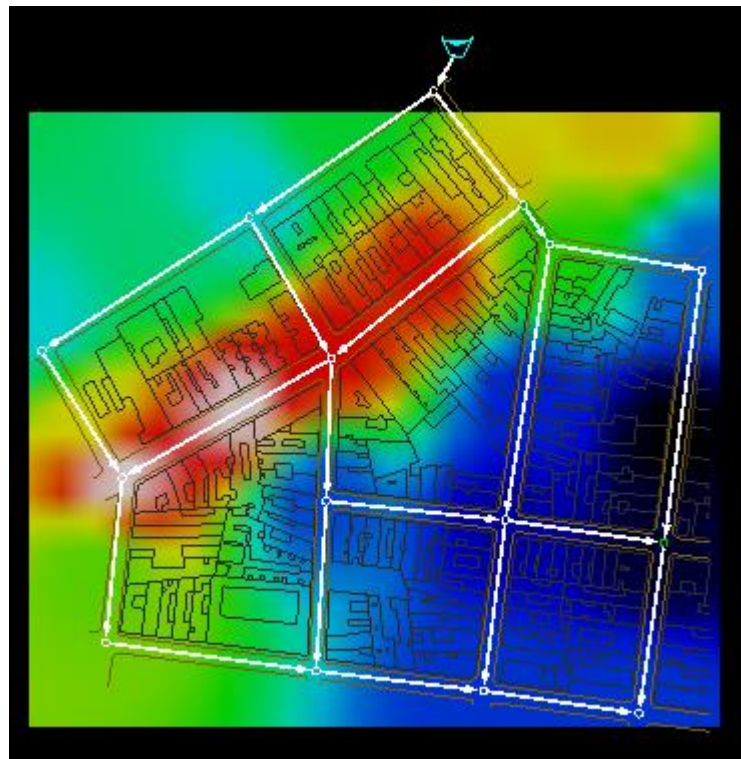
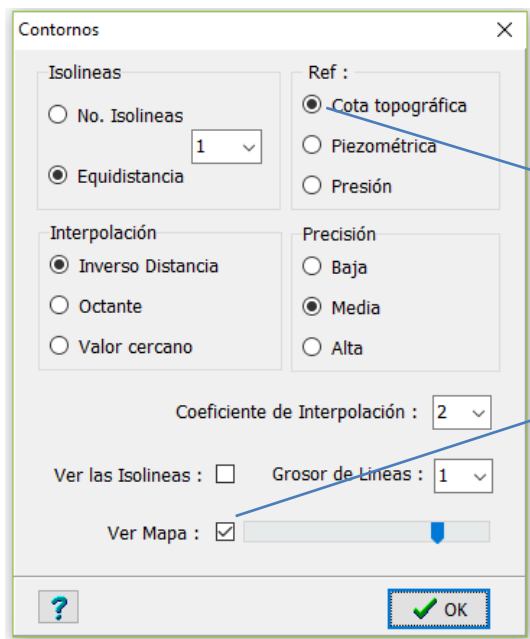


Si prefiere ocultar los nodos, abra:
Herramientas > Configuración (F2) y
desactive la casilla [**Ver > Cotas**]



Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

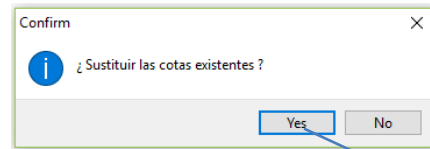
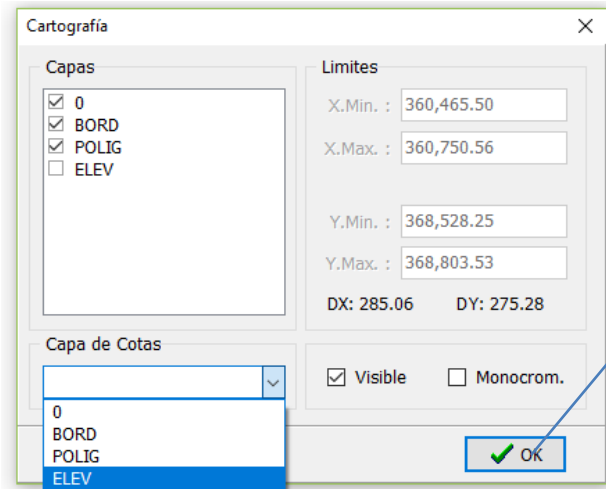
Para comprobar que la topografía se cargó correctamente ejecute **Herramientas > Contornos** y active la casilla [[Ver > Mapa](#)]



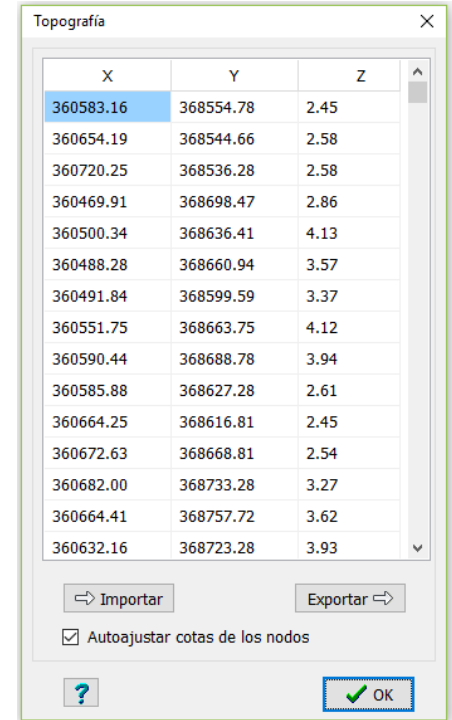
Fase 4: Asignar cotas topográficas a los nodos.

Otra forma de asignar cotas a los nodos es preparar de antemano una capa en AutoCAD con la elevaciones. Esta capa puede estar formada por puntos, líneas, polilínea o textos asignando a la propiedad ELEVACION el valor de la cota.

Para probar esta opción ejecutemos **Herramientas > Cartografía** y en la Lista desplegable marquemos la capa **ELEV**



Sustituye las cotas por las importadas desde AutoCAD

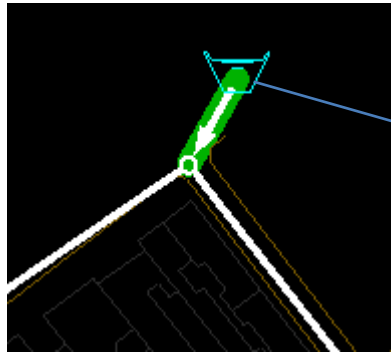


Fase 5: Ejecutar el diseño

Con la topología y cotas ya es suficiente para que Akua diseñe la red.

Para proceder, seleccionemos el nodo del embalse en la tabla de nodos del panel derecho y le damos un valor de 20 m de elevación, que sería el nivel de aguas.

Ejecutemos el diseño: **Diseño > Diseño Óptimo (F8)**



Nodo n0	
ID	: n0
Tipo	: RESERVOIR
X (m)	: 360,632.00
Y (m)	: 368,801.16
Z (m)	: 20.00



El diseño se basa en cumplir con las condiciones impuestas en **Diseño > Datos Generales (Ctrl + G)**



Fase 6: Comprobar resultados



Terminado el diseño aparecerá un reporte con barras de navegación para ver los resultados. Este panel de reporte puede guardarse en formato pdf.

Para ver el reporte en otro momento ejecute: **Resultados > Reporte Rápido** o **Ctrl + R**



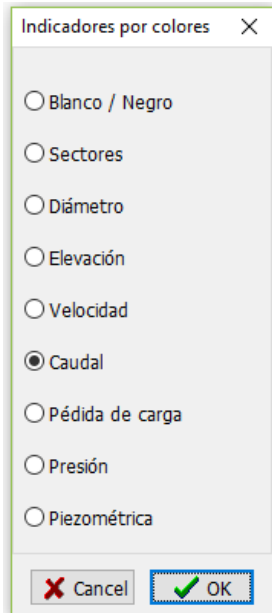
También puede ver los resultados tabulado ejecutando **Resultados > Tabla de resultados**. Esta tabla es mas flexible, permite activar o desactivar los parámetros que desee y puede exportarla a Excel o a formato pdf.



Ejecute **Herramientas > Colores de tramos** para identificar cada tramo por medio de un código de colores en función de los principales parámetros hidráulicos.

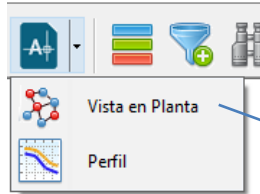
Fase 6: Comprobar resultados

Ejemplo. Identificación por colores del caudal de circulación por los tramos

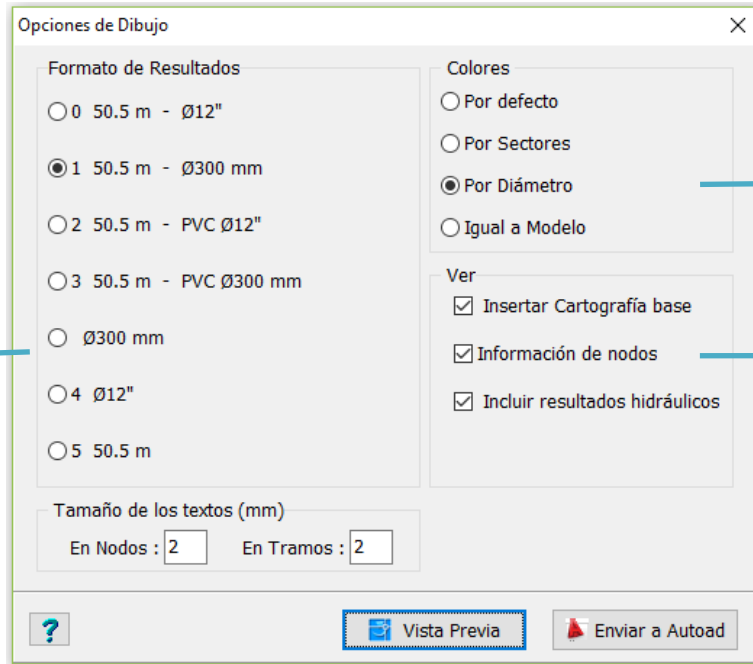


Fase 6: Comprobar resultados

Para ver los resultados en AutoCAD: **Resultados > AutoCAD > Vista en Planta**



Seleccionar formato de texto en tramos



The image shows a dialog box titled 'Opciones de Dibujo' (Drawing Options). It has a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

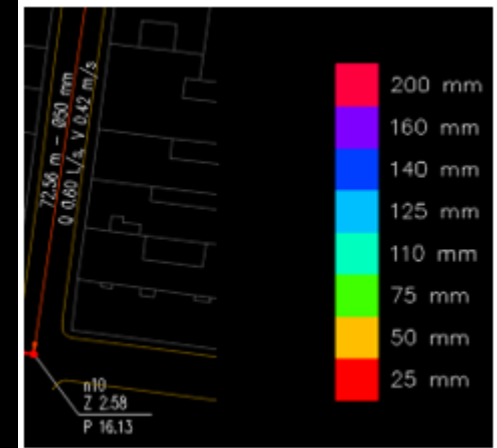
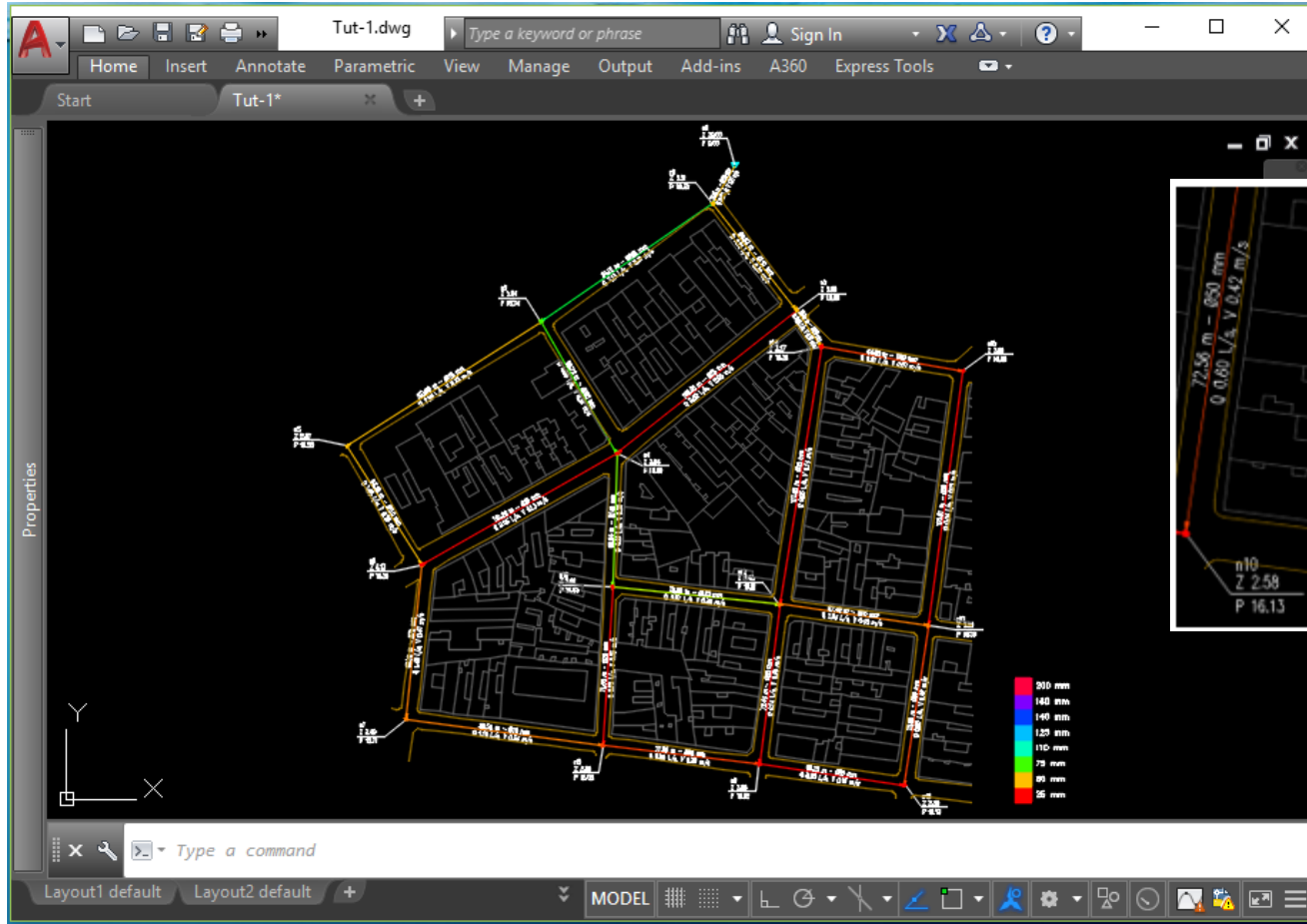
- Formato de Resultados**: A list of radio buttons for different result formats:
 - 0 50.5 m - Ø12"
 - 1 50.5 m - Ø300 mm
 - 2 50.5 m - PVC Ø12"
 - 3 50.5 m - PVC Ø300 mm
 - Ø300 mm
 - 4 Ø12"
 - 5 50.5 m
- Tamaño de los textos (mm)**: Two input fields for text size:
 - En Nodos : 2
 - En Tramos : 2
- Colores**: A section with radio buttons for color settings:
 - Por defecto
 - Por Sectores
 - Por Diámetro
 - Igual a Modelo
- Ver**: A section with checked checkboxes for visibility:
 - Insertar Cartografía base
 - Información de nodos
 - Incluir resultados hidráulicos

At the bottom of the dialog, there are three buttons: a help button (question mark), a 'Vista Previa' (Preview) button, and an 'Enviar a AutoCAD' (Send to AutoCAD) button.

Por defecto el plano se dibuja en color 7 (Blanco / Negro). Puede especificarse que los colores sean igual a los seleccionados en el modelo o asignar colores por sectores o diámetro

Insertar base cartográfica
Ver u ocultar resultados de nodos y tramos

Fase 6: Comprobar resultados



Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



Terminado el diseño se pueden hacer ajustes, cambiando los diámetros, los criterios de diseño, la estimación de caudales, los elementos de la red y otros.

Para eso se hacen análisis estacionarios, es decir, en una hora fija de tiempo: **Diseño > Análisis estacionario (F9)**

El diseño que realiza AKUA se puede completar en pocos pasos debido a que el programa asume una serie de parámetros comunes por defecto. Estos son:

1. Criterios de diseño que asume límites de presión y de velocidad
2. Base de datos de tuberías.
3. Sectores predefinidos con valores de dotación y aporte per cápita.
4. Curva de demanda en función del tiempo
5. Cálculo automática del área total.
6. Asignación automática del área de aporte a cada nodo.
7. Cálculo automático de las demandas

Culminado el diseño el proyectista puede ajustar estos valores a su criterio técnico o a normas específicas. Los cambios al diseño original pueden usarse para realizar nuevos diseños o comprobar el comportamiento de la red mediante análisis estacionario.

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



(Diseño > Datos Generales Ctrl + G)

Son los criterios, coeficientes y condiciones de frontera a cumplir en los diseños

Generales

Fronteras del diseño

Velocidad Mínima : 0.30

Velocidad Máxima : 1.50

Presión Mínima : 15.00

Caudales

Coef. Pico : 1.74

Coef. Seguridad : 1.00

Coef. Perdidas Menores : 0.10

? OK



(Herramientas > Configuración F2)

Configuración y Preferencias

Configuración

Tamaño de nodos

Escala : 1.0

Color de Fondo

Negro

Blanco

Opciones

Nodos con Cota fija : 0.00 m

Iconos pequeños

Mostrar resultados tras el diseño

Longitudes en 3D

Ver

Tramos

Vistas 3D

Nodos

Etiquetas

Cotas

Áreas

Idioma

ESP

? OK

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos

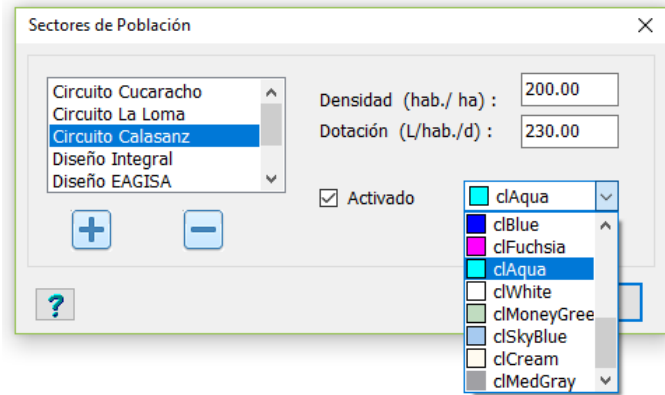


SECTORES HIDRÁULICOS (Diseño > Sectores)

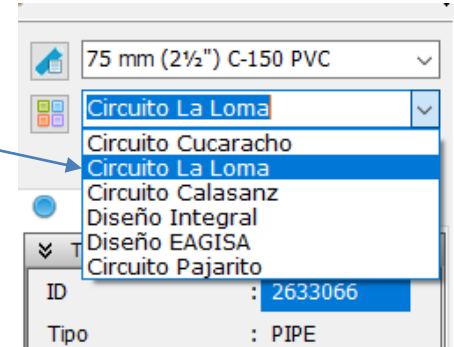
Los sectores son áreas o zonas con distinto patrón de consumo.

Se pueden diferenciar por colores y activar o desactivar. Un sector desactivado implica que los tramos y nodos comprendidos dentro de ese sector no son contemplados en el análisis o diseño, por lo que los sectores se pueden usar también para estudiar distintos escenarios.

Por defecto AKUA siempre incluye al menos un sector con una Densidad de población y una dotación per cápita.



Para asignar un tramo a un sector marque el tramo y seleccione el sector correspondiente en el panel derecho



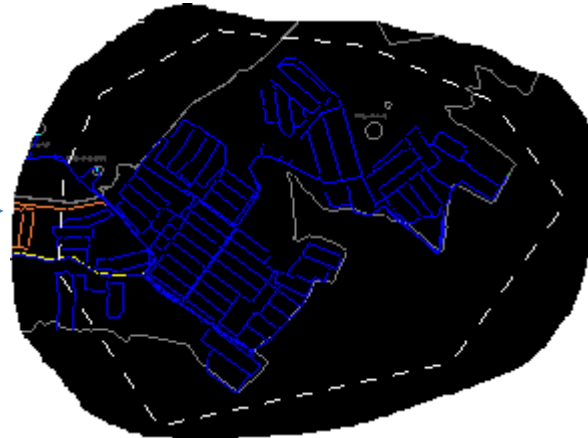
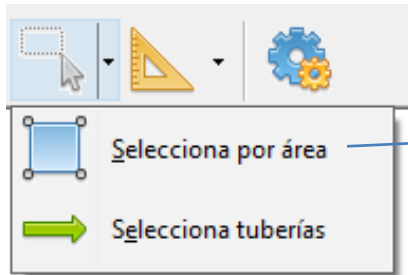
Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



SELECCIÓN DE TRAMOS (Herramientas > Selección)

Otra forma de corresponder las tuberías a un determinado sector es seleccionar los tramos en la pantalla.

Con esta opción se puede marcar un área o seleccionar un grupo de tuberías. Marcando Click derecho para finalizar la selección, se asignan los tramos y nodos seleccionados al sector indicado.



Click derecho
para aceptar la
selección

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



Al terminar la selección tenemos la opción de realizar la asignación al sector, así como otras diversas opciones:

Opciones de asignación a la selección

Acción

Abrir Tramos
 Cerrar Tramos
 Borrar Tramos
 Tuberías Nuevas
 Tuberías Existentes

Asignar a Sector

Asignar Tubería

679 Tramos

No.	Tramo
1	9043062
2	2632831
3	9050243
4	2632807
5	2640039
6	2632112
7	2632174
8	2633115
9	2633693

Area = 53.593 ha (53,592.70 m2)

Tramos seleccionados

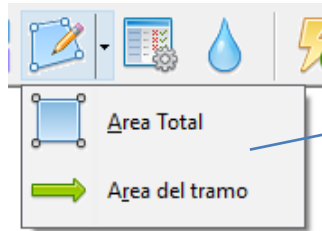
Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ÁREAS (Diseño > Areas)

Por defecto el programa calcula automáticamente el área total. Utiliza un método de triangulación y la posición de los nodos.

El valor de esta área total se aplica en el cálculo para asignar automáticamente las áreas correspondientes a cada nodo y estimar la demanda.



Area Total

Area Total (ha.)
5.29

Marcar Perímetro

Calc. Automático

? OK

Si se conoce de antemano el valor del área, se puede introducir su valor en este editor

Para mayor precisión en áreas poco uniformes se puede marcar el perímetro

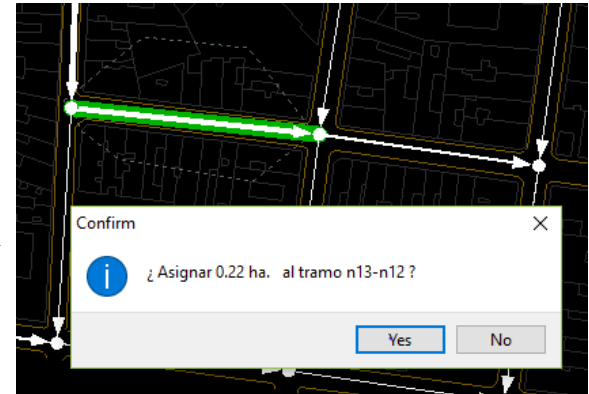
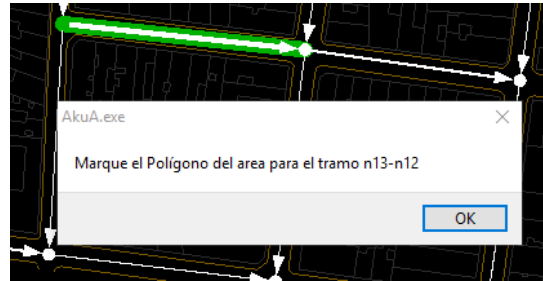
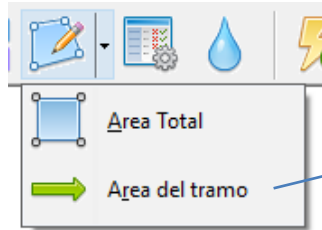
Indica que el programa calcule automáticamente el área total

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ÁREAS (Diseño > Areas)

Para asignar manualmente al área que recibe un tramo, se marca el tramo y luego el polígono correspondiente.



Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



ESTIMACIÓN DE CAUDALES (Diseño > Caudales)

La estimación de los caudales demandados se realiza de forma automática, pero también se puede escoger entre las siguientes opciones:

1. Densidad x Dotación x Área (por defecto)
2. Población x Dotación
3. Consumo Fijo

Se puede también definir un consumo concentrado en un nodo

La asignación de las áreas de aporte se calcula de forma proporcional a la longitud de los tramos conectados al nodo.

También se puede asignar un área fija o dibujarla en el mapa.

Nodo	Q (L/s)
n0	0.33
n1	0.26
n2	1.47
n3	1.58
n4	1.91
n5	2.27
n6	2.77
T-1	0.00
n8	3.35
n9	5.01
n10	1.36
n11	4.39

Sector: Sect-1 (500.000 p/ha, 200.000 L/p/d)

Area (ha): 0.971 (PROP)

Población (hab): 485

Caudales (L/s): Med.: 1.124, Max.: 1.349

Concentrado: 0.000

Q. Diseño: 1.915

hr: 14

Actualizar Nodo n4

OK

Sector al que pertenece el nodo n4

Estimación de caudal proporcional al área

Caudal de diseño a la hora 14

Fase 7: Ajustar parámetros hidráulicos



SURTIDO DE TUBERÍAS (Diseño > Tuberías Ctrl+P)

Akua incluye una base de datos de tuberías para usar en el diseño o análisis.

Por defecto se usa PEAD para Acueducto y PVC para alcantarillado y drenaje.

Este surtido se puede modificar y personalizar de acuerdo a otros criterios, disponibilidad de materiales o normas específicas.

The 'Tuberías' dialog box contains the following fields and options:

- Material:** PEAD
- D.Nom.:** 25.0
- D.Int.:** 21.3
- D.Ext.:** 25.0
- C W-H:** 150
- Ancho Zanja (m):** 0.43
- Sección:** CIRC

The list of diameters on the left includes: 25.0 (selected), 50.0, 75.0, 110.0, 125.0, 140.0, 160.0, 180.0, 200.0, 225.0, 280.0, 355.0, 315.0, 400.0, 450.0, 500.0, and 600.0.

El diámetro interior es el que se aplica en los cálculos

Las casillas marcadas son las únicas que se utilizarán en el diseño.

El ancho de zanja se utiliza en el cálculo de los volúmenes de excavación y relleno

Fase 8: Ejecutar análisis en períodos extendidos



(Diseño > Simulación Extendida)

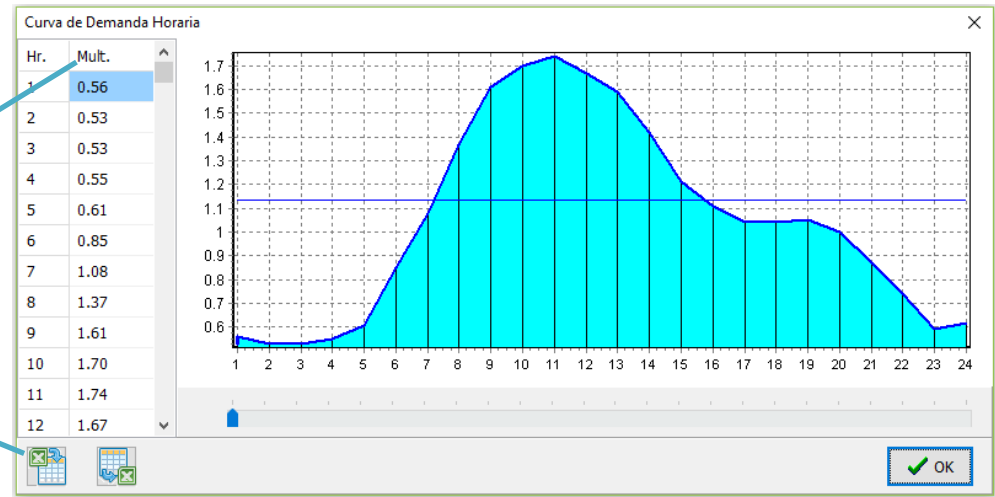
La simulación en períodos extendidos consiste en simular el comportamiento de la red hidráulica en un período de tiempo. Usualmente a lo largo de un día con intervalos de una hora.

Parte de una curva de demanda horaria. AKUA incluye una curva típica por defecto, pero se puede modificar según censos o mediciones mas precisas.

Abrir: Resultados > Gráficos > Curva de Demanda

El factor Multiplicador nos indica la variación con respecto a la demanda media

Los valores de la curva se pueden leer o guardar en formato csv



Fase 8: Ejecutar análisis en períodos extendidos



(Diseño > Simulación Extendida)

Ejecutar la simulación extendida.

El cambiar el multiplicador de demanda en el período de tiempo cambia el consumo y por tanto el resto de los parámetros hidráulicos

Mover la barra de navegación para ver las variaciones a distintas horas.

En el tramo seleccionado se modificarán los valores del Caudal, Velocidad y Pérdidas de Carga total y unitaria.

En el nodo seleccionado Cambiará el Consumo, la piezométrica y la presión.

The screenshot displays a software interface with two main sections: 'Tramo n11-n15' and 'Nodo n5'. The 'Tramo n11-n15' section shows parameters for a pipe segment, and the 'Nodo n5' section shows parameters for a junction node. A blue arrow points from the text box on the left to the 'Mult' value in the bottom status bar.

Tramo n11-n15	
ID	: n11-n15
Tipo	: PIPE
Estado	: OPEN
Longitud (m)	: 115.97
Caudal (L/s)	: 0.03
Velocidad (m/s)	: 0.08
Perdida (m)	: 0.067
Perd.Unit. (m/Km)	: 0.57

Nodo n5	
ID	: n5
Tipo	: JUNCTION
X (m)	: 360,468.41
Y (m)	: 368,688.47
Z (m)	: 2.87
Consumo (L/s)	: 0.20
Piezom. (m)	: 19.72
Presión (m)	: 16.85

At the bottom of the interface, the status bar shows 'Hr : 15' and 'Mult : 1.21'.

Fase 9: Comprobar resultados del análisis



(Resultados > Tabla de Valores por hora)

Exportar a Excel

Resultados en nodos

Resultados en tramos

Valores máximos y mínimos

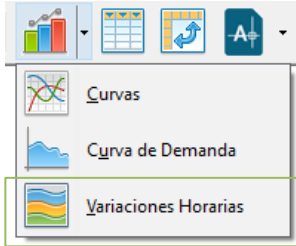
Variación de valores por hora

Nodo	hr	Consumo (L/s)	Piezom (msnm)	Presión (mca)	Tramo	hr	Flujo (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida (mca)
n15	1	0.27	19.87	17.00	n12-n11	1	0.49	0.15	0.00
n15	2	0.26	19.88	17.00	n12-n11	2	0.47	0.15	0.00
n15	3	0.26	19.88	17.00	n12-n11	3	0.47	0.15	0.00
n15	4	0.27	19.88	17.00	n12-n11	4	0.49	0.15	0.00
n15	5	0.30	19.85	17.00	n12-n11	5	0.54	0.17	0.00
n15	6	0.42	19.72	17.00	n12-n11	6	0.75	0.24	0.00
n15	7	0.53	19.57	16.00	n12-n11	7	0.95	0.30	0.00
n15	8	0.67	19.33	16.00	n12-n11	8	1.21	0.38	0.00
n15	9	0.79	19.09	16.00	n12-n11	9	1.42	0.45	0.00
n15	10	0.83	18.99	16.00	n12-n11	10	1.50	0.47	0.00
n15	11	0.85	18.95	16.00	n12-n11	11	1.54	0.48	0.00
n15	12	0.82	19.03	16.00	n12-n11	12	1.47	0.46	0.00
n15	13	0.78	19.11	16.00	n12-n11	13	1.40	0.44	0.00
n15	14	0.70	19.20	16.00	n12-n11	14	1.25	0.39	0.00
n15	15	0.50	19.46	16.00	n12-n11	15	1.07	0.33	0.00
n15	16	0.54	19.54	16.00	n12-n11	16	0.98	0.31	0.00
n15	17	0.51	19.60	16.00	n12-n11	17	0.92	0.29	0.00
n15	18	0.51	19.60	16.00	n12-n11	18	0.92	0.29	0.00
n15	19	0.51	19.59	16.00	n12-n11	19	0.93	0.29	0.00
n15	20	0.49	19.62	16.00	n12-n11	20	0.88	0.28	0.00
n15	21	0.43	19.71	17.00	n12-n11	21	0.77	0.24	0.00
n15	22	0.36	19.78	17.00	n12-n11	22	0.65	0.20	0.00
n15	23	0.29	19.86	17.00	n12-n11	23	0.52	0.16	0.00
n15	24	0.30	19.84	17.00	n12-n11	24	0.55	0.17	0.00
n14	1	0.39	19.94	16.00	n10-n9	1	0.02	0.05	0.00
n14	2	0.37	19.95	16.00	n10-n9	2	0.02	0.04	0.00

Valor Máximo :	1.34	20.00	17.55	Valor Máximo :	9.39	1.37	0.75
Valor Mínimo :	0.02	18.60	0.00	Valor Mínimo :	0.01	0.02	0.00

Fase 9: Comprobar resultados del análisis

(Resultados > Gráficos > Variaciones horarias)



Cambiar Nodo

Cambiar Tramo

Desplazar barra para ver valores a distintas horas

Exportar a MS Word

