

**ANEXO C. MANUAL DE USUARIO DEL MODELO
COMPUTACIONAL DE PROYECCIÓN SEMANAL DE
CARGA**

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. INSTALACIÓN.....	1
3. GESTIÓN DE PROYECCIÓN SEMANAL DE CARGA ELÉCTRICA.....	4
3.1. SELECCIÓN DEL DESTINO DE LA PROYECCIÓN	5
3.2. SELECCIÓN DEL DESTINO DE LA BASE DE DATOS	6
3.3. SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA	7
3.4. SELECCIÓN DEL OPERADOR O PROYECTISTA.....	8
3.5. SELECCIÓN DE GRÁFICAS	9
3.6. SELECCIÓN DE SEMANA DE PROYECCIÓN Y COMPARACIÓN	10
3.7. SALIDA DE RESULTADOS	12
3.7.1. Gráficas de resultados.....	12
3.7.2. Archivo Excel de resultados	13
4. GESTIÓN DE ANÁLISIS DE DEMANDA ELÉCTRICA	15
4.1. INTERFAZ DE GRÁFICAS RÁPIDAS.....	16
4.2. INTERFAZ DE GRÁFICAS ACUMULADAS	19

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento describe a detalle la guía del usuario para el correcto uso y manipulación del modelo computacional elaborado para el proyecto de titulación con tema: MEJORA DEL PRONÓSTICO DE CARGA A CORTO PLAZO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. (EEASA) BASADA EN CRITERIOS DE BIG DATA.

El modelo comprende dos módulos generales que se utilizan con la finalidad de elaborar correctas y acertadas proyecciones de carga eléctrica en tiempo real y en muy reducidos tiempos de ejecución y compilación de resultados. El primer módulo comprende las proyecciones de carga eléctrica utilizando datos históricos de mediciones reales, los valores de la base de datos fueron proporcionados por el personal de turno de la EEASA, de esta manera, el usuario tendrá la opción de escoger que metodología quiere utilizar para su proyección y evaluar al mismo tiempo los resultados en relación con valores históricos. El segundo módulo abarca el análisis visual de la base de datos mediante la generación de gráficas de diferentes tipos, que permiten al usuario tomar decisiones en torno al despacho de energía eléctrica y el comportamiento general del consumo de energía eléctrica para el área de concesión de la EEASA.

2. INSTALACIÓN

A continuación, se detallan los pasos para la correcta instalación y funcionamiento del modelo computacional implementado en lenguaje PYTHON 3.7:

1. Instalar ANACONDA con SPYDER para PYTHON 3.7.

Se recomienda la descarga directa del sitio web oficial de ANACONDA:

<https://www.anaconda.com/>

2. Ejecutar el IDE SPYDER, y establecer el idioma de preferencia:

Seleccione: Preferencias / General / Opciones Avanzadas / General / Lenguaje

El ejemplo se muestra en la Figura C-1.

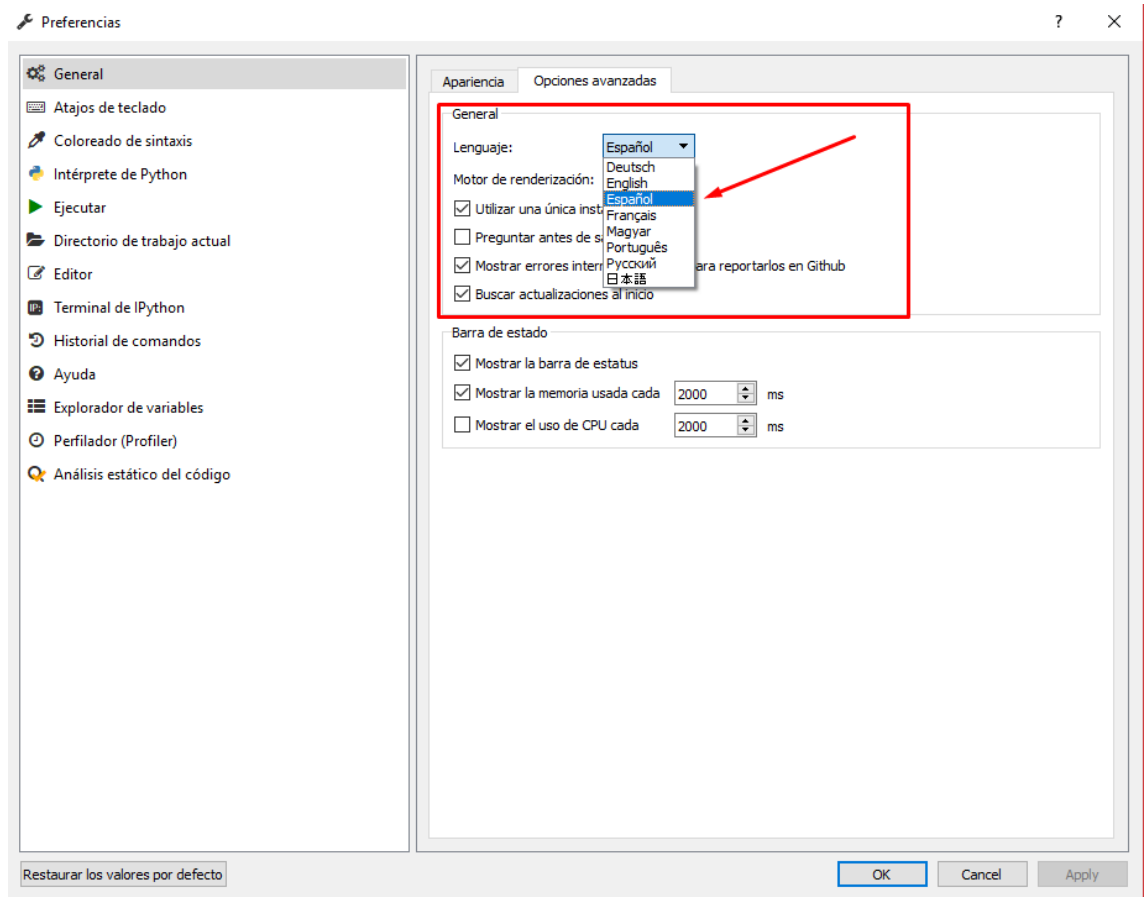


Figura C-1.- Ejemplo de configuración de Lenguaje de preferencia en SPYDER

3. Configurar la salida preferente de Gráficas del IPython, se recomienda establecer en **automático** para que las gráficas se generen en ventanas aparte de la terminal de SPYDER.

Seleccione: Preferencias / Terminal de IPython / Gráficas / Salida Gráfica / Salida / Automático

El ejemplo se muestra en la Figura C-2.

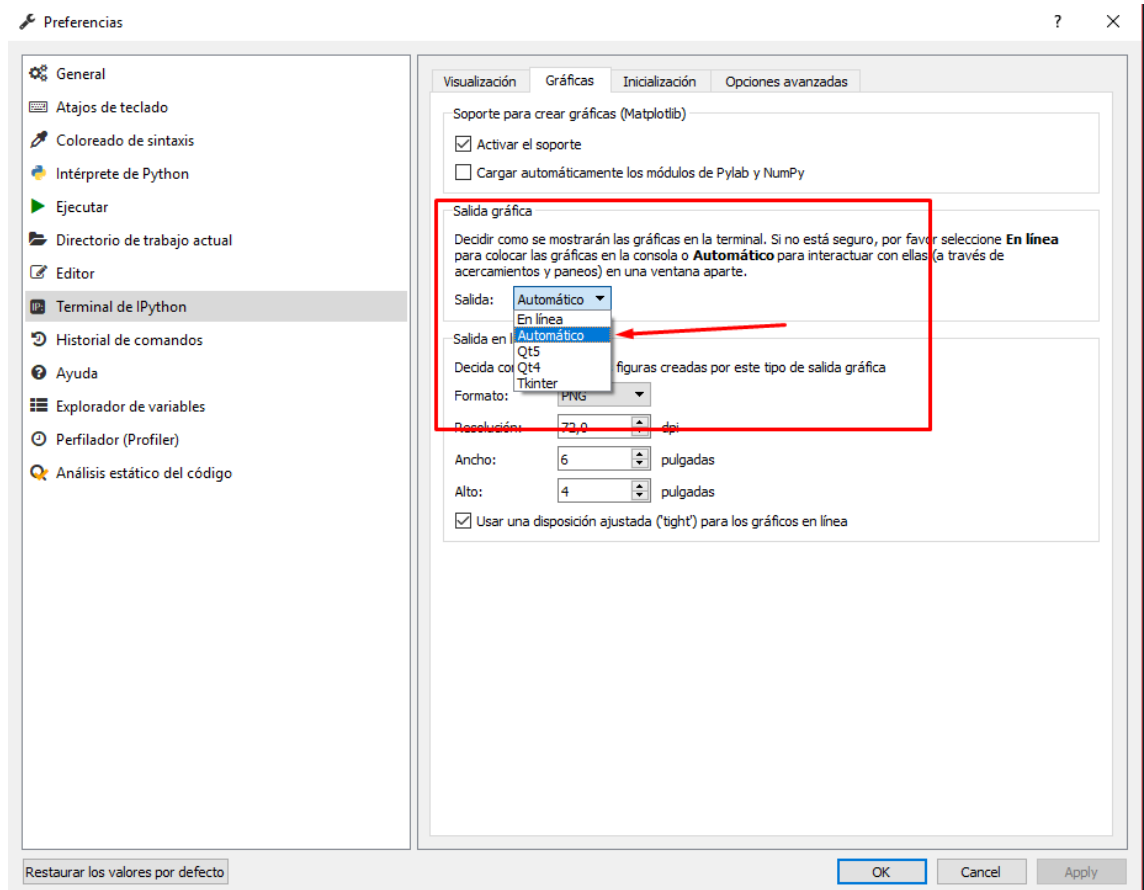


Figura C-2.- Ejemplo selección de modo de gráficas en SPYDER

4. Algunas librerías no estarán disponibles por defecto, por lo que se deberá instalar mediante la ventana del PROMT de ANACONDA:

En la Ventana del navegador del sistema operativo utilizado, buscar **ANACONDA Prompt**, ejecutar e instalar las siguientes librerías mediante el comando “pip install”.

Se deberá digitar los siguientes comandos para instalar cada una de las librerías:

- pip install xlutils
 - pip install mpld3
 - pip install keras
5. De ser necesario y si el compilador lo requiere, se deberá actualizar la librería del TENSORFLOW, mediante el siguiente comando:
 - pip install --ignore-installed --upgrade tensorflow

Si la actualización del Tensorflow, da problemas se deberá escribir el comando (--user) al final:

- pip install --ignore-installed --upgrade tensorflow --user

3. GESTIÓN DE PROYECCIÓN SEMANAL DE CARGA ELÉCTRICA

Para ejecutar el programa, se deberá correr el script del código fuente en SPYDER, dando click en el botón de ejecutar archivo o presionando la tecla F5 como se muestra en la Figura C-3:

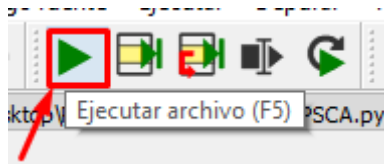


Figura C-3.- Botón de Ejecutar archivo

Inicialmente, el programa solicitará el usuario y la contraseña de acceso al programa que por defecto se ha establecido en: “152125”, luego se presión la tecla ENTER para ingresar al programa como se muestra en la Figura C-4.:

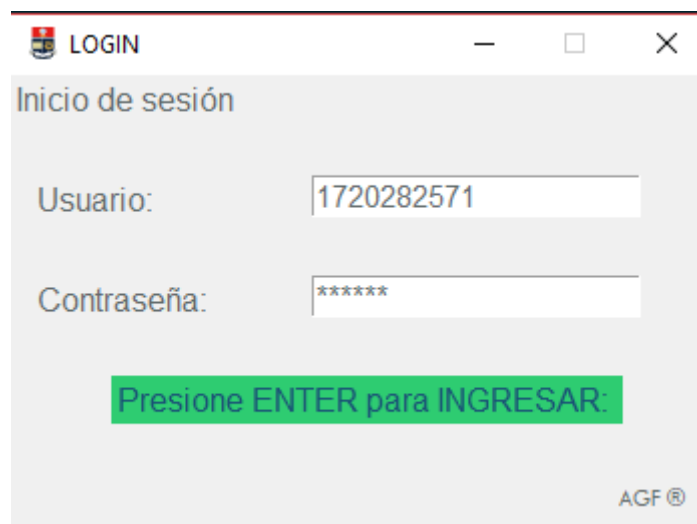


Figura C-4.- Ventana de Acceso y validación de usuario y contraseña

Por defecto el programa abre el módulo de proyecciones semanales de carga eléctrica mostrando una interfaz bastante amigable para el usuario con el logotipo de la EEASA. En la ventana se muestran los campos a ingresar como la metodología o algoritmo a utilizar para realizar la proyección, el operador o proyectista quien ejecute la proyección,

generar gráficas y las fechas de selección para la proyección y la semana de comparación como se muestra en la Figura C-5.:

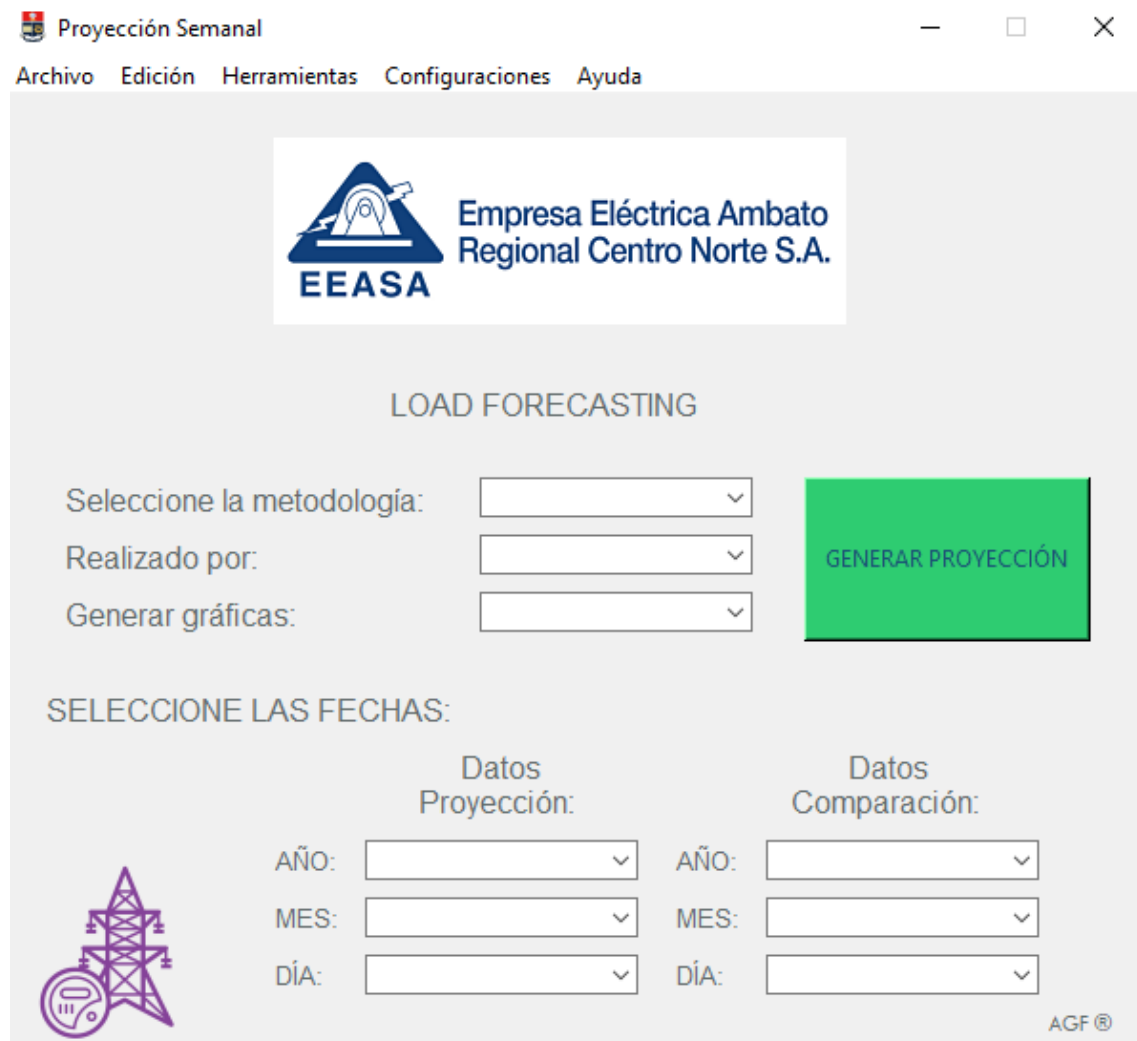


Figura C-5.- Ventana de Proyección semanal de carga

3.1. SELECCIÓN DEL DESTINO DE LA PROYECCIÓN

Antes de iniciar con cualquier proyección de carga eléctrica, se deberá seleccionar el destino o dirección en donde el usuario requiera que se almacenen los resultados.

Este paso se deberá realizar la primera vez que se ejecute el programa o en su defecto cuando se requiera cambiar la dirección.

Seleccione: Configuraciones / Definir Destino de Resultados

El ejemplo se muestra en la Figura C-6.

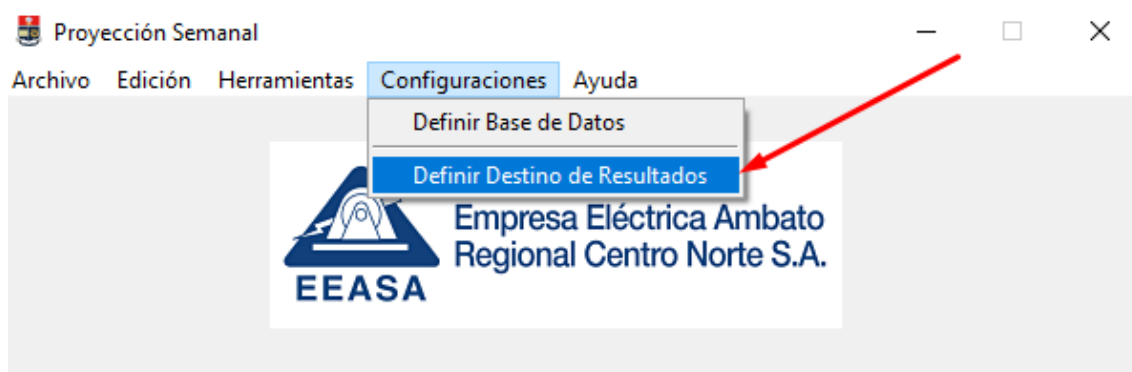


Figura C-6.- Ejemplo de selección del destino de los resultados

En la ventana, se deberá pegar la dirección de los resultados y presionar el botón “OK”, como se muestra en la figura C-7:

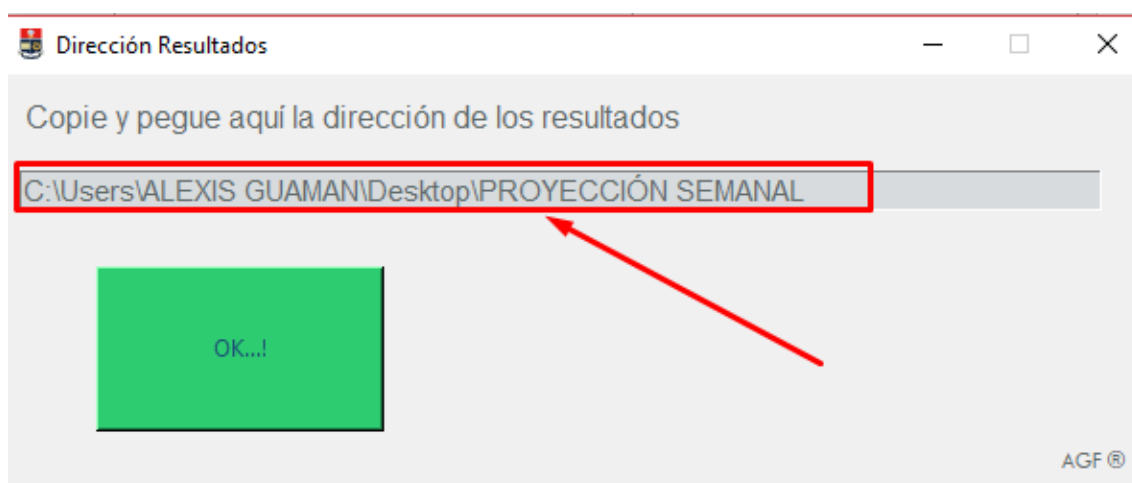


Figura C-7.- Ventana de selección del destino de los resultados

3.2. SELECCIÓN DEL DESTINO DE LA BASE DE DATOS

La dirección de la base de datos también requiere ser definida por el usuario.

Seleccionar: Configuraciones / Definir Base de Datos

El ejemplo se muestra en la Figura C-8.

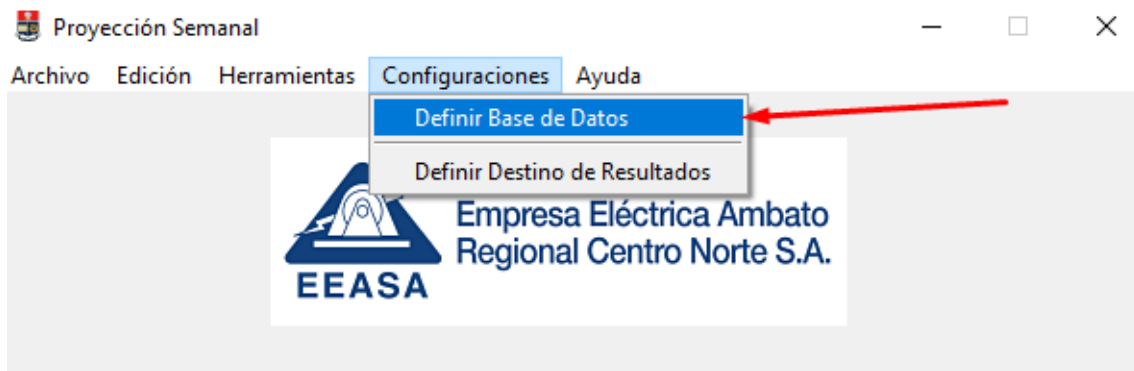


Figura C-8.- Ejemplo de selección del destino de la base de datos

Manteniendo la misma lógica del numeral anterior, se deberá pegar la dirección de la base de datos y pulsar el botón “OK”, tal como se muestra en la Figura C-9:

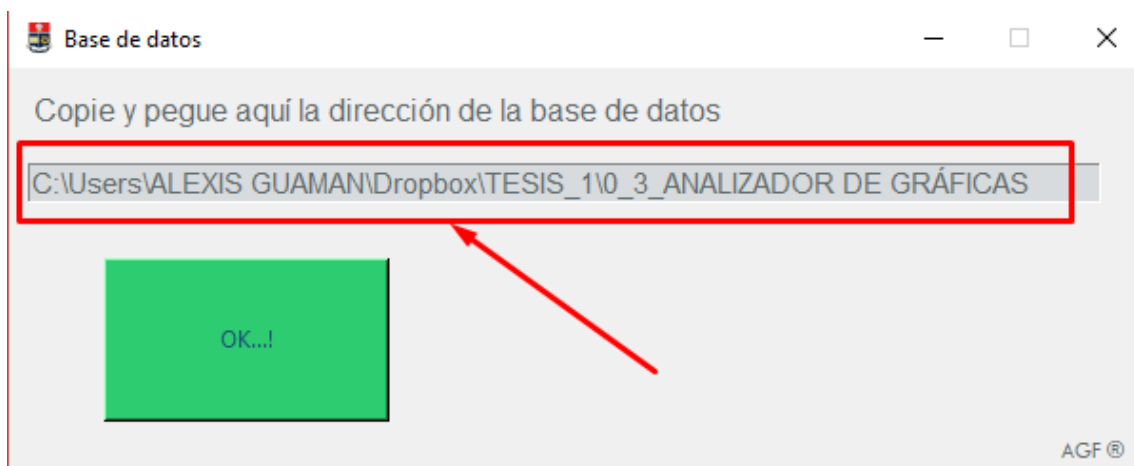


Figura C-9.- Ventana de selección del destino de la base de datos


De esta manera la dirección de la base de datos al igual que la dirección de los resultados queda almacenada en una memoria interna del programa.

3.3. SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El programa cuenta con la implementación de cuatro diferentes algoritmos, que se puede seleccionar a criterio del proyectista según la lista desplegable como se presenta en la Figura C-10, los cuales corresponden en orden a: Modelo Autorregresivo Integrado de Media Móvil (A.R.I.M.A.), Regresión Lineal (L.R.), Máquina de Vector Soporte (S.V.M.) y Perceptrón Multi Capa (M.L.P.).

Proyección Semanal

Archivo Edición Herramientas Configuraciones Ayuda



Empresa Eléctrica Ambato
Regional Centro Norte S.A.

LOAD FORECASTING

Seleccione la metodología:

Realizado por:

Generar gráficas:

Promedios (CECON)

REGRESIÓN LINEAL (LR)

S.V.M.

M.L.P.

GENERAR PROYECCIÓN

SELECCIONE LAS FECHAS:

	Datos Proyección:	Datos Comparación:
AÑO:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MES:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DÍA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

AGF®


Figura C-10.- Lista desplegable con las opciones de selección del algoritmo

3.4. SELECCIÓN DEL OPERADOR O PROYECTISTA

Según los actuales operadores del Centro de Control Regional de Carga CECN de la EEASA, se deberá seleccionar quien realiza la proyección como se muestra en la Figura C-11:

Proyección Semanal

Archivo Edición Herramientas Configuraciones Ayuda



Empresa Eléctrica Ambato
Regional Centro Norte S.A.

LOAD FORECASTING

Seleccione la metodología:

Realizado por:

Generar gráficas:

SELECCIONE LAS FECHAS:

Proy. Datos Comparación:

AÑO: AÑO:

MES: MES:

DÍA: DÍA:

AGF®

GENERAR PROYECCIÓN

A.G.
B.M.
A.T.
C.G.
L.T.
E.Ñ.
E.T.
Otro

Figura C-11.- Lista desplegable con las opciones de selección del operador de turno o proyectista

3.5. SELECCIÓN DE GRÁFICAS

El usuario deberá escoger si desea generar gráficas instantáneas de los resultados de la proyección tal como se muestra en la Figura C-13:

Figura C-12.- Lista desplegable con las opciones de selección para generar gráficas

3.6. SELECCIÓN DE SEMANA DE PROYECCIÓN Y COMPARACIÓN

Utilizando las listas desplegables se permite al usuario seleccionar la semana de proyección, esta información será el referente inicial de donde se extraerán los datos necesarios para realizar la proyección. ***El día escogido para la semana de proyección será el día inicial de la semana a proyectar.***

Por último, se debe escoger una fecha de comparación como referente para realizar la comparativa de los datos proyectados, por defecto el día seleccionado a la semana de comparación, corresponde a la semana inmediata anterior a la fecha seleccionada.

En la Figura C-13 se muestra un ejemplo de la lógica seguida para seleccionar la semana de proyección y la semana de comparación para el mes de abril de 2018.



Figura C-13.- Ejemplo de selección de la fecha del calendario para la semana de proyección y semana de comparación


Para el ejemplo de la Figura C-13, se toma como fecha actual el jueves 12 de abril de 2018. A continuación, se detalla la Figura C-13:

- 1) Representa la semana de comparación que el programa automáticamente selecciona como la semana anterior a la semana a ser proyectada.
- 2) Representa la semana de proyección.
- 3) Es el día actual en el que se realiza la proyección de carga eléctrica éste es el día seleccionado por el usuario para realizar la proyección, así como también el día seleccionado para la semana de comparación.

En la Figura C-14, se muestra el ejemplo de las fechas seleccionadas en la Figura C-13 para la semana de proyección y la semana de comparación en el modelo computacional.

Proyección Semanal

Archivo Edición Herramientas Configuraciones Ayuda




**Empresa Eléctrica Ambato
Regional Centro Norte S.A.**

LOAD FORECASTING

Seleccione la metodología: REGRESIÓN LINEAL (LF) ▾
 Realizado por: A.G ▾
 Generar gráficas: SI ▾

GENERAR PROYECCIÓN

SELECCIONE LAS FECHAS:



Datos Proyección:		Datos Comparación:	
AÑO:	2018 ▾	AÑO:	2018 ▾
MES:	ABRIL ▾	MES:	ABRIL ▾
DÍA:	12 ▾	DÍA:	12 ▾

AGF®

Figura C-14.- Ejemplo de selección de la fecha en el programa para la semana de proyección y semana de comparación

3.7. SALIDA DE RESULTADOS

3.7.1. Gráficas de resultados

Si el usuario lo dispone, los resultados de cada proyección semanal de carga eléctrica se verán reflejados en gráficas comparativas de los valores generados para la proyección sobre los datos de comparación que el usuario defina. La gráfica presenta la carga eléctrica en el tiempo para el transcurso de la semana de cada subestación de TRANSELECTRIC tal como se aprecia en la Figura C-15.

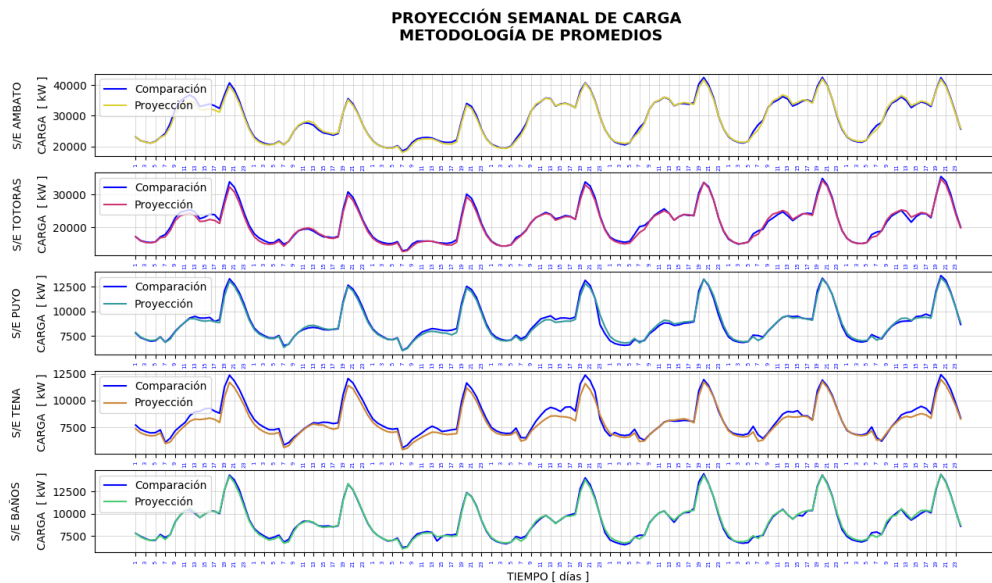


Figura C-15.- Ejemplo de gráfica generada de una proyección de carga eléctrica con el algoritmo ARIMA para la semana del 7/09/2018 al 13/09/2018

3.7.2. Archivo Excel de resultados

Por defecto en cada proyección de carga eléctrica realizada, el programa genera de manera automática un archivo EXCEL en el cual se presentan tres hojas de cálculo; la primera muestra todos los datos de la proyección efectuada, la segunda presenta la comparativa de la proyección junto con la semana seleccionada por el usuario para la comparación, y la tercera, presenta el cálculo completo de errores y exactitud de la proyección realizada.

En las Figuras C-16, C-17 y C-18, se muestra el modelo de salida de cada hoja de cálculo del archivo EXCEL descrito anteriormente.

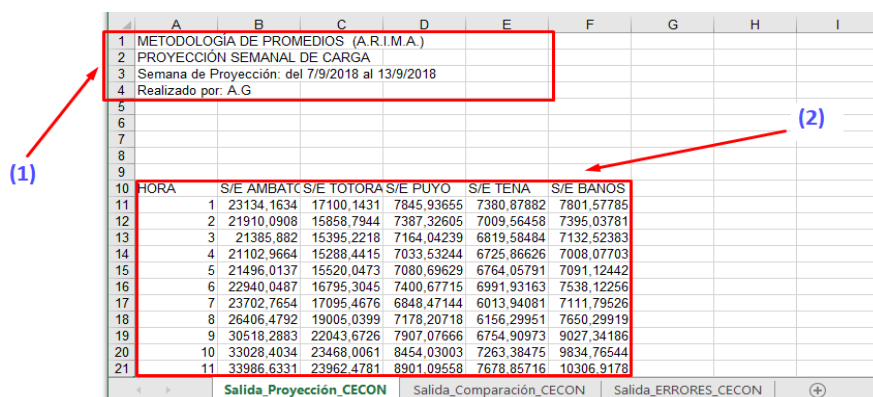


Figura C-16.- Fragmento de la primera hoja de cálculo del archivo EXCEL generado para una proyección de carga eléctrica con el algoritmo ARIMA para la semana del 7/09/2018 al 13/09/2018

A continuación, se presenta el detalle de la Figura C-16.:

- 1) Se presentan los datos generales de la proyección realizada como la metodología, la semana de proyección, y el usuario quien realiza la proyección.
- 2) Es el formato de proyección semanal de carga eléctrica solicitado por el CENACE, con los datos de cada subestación para cada hora de la semana proyectada.

Semana de Proyección: del 7/9/2018 al 13/9/2018						Semana de Comparación						CÁLCULO DE ERRORES			
PROYECCIÓN SEMANAL						SEMANA DE COMPARACION						PORCENTAJE DE ERROR MEDIO ABSOLUTO (PEMA)			
HORA	S/E AMBATCS	S/E TOTORAS	S/E PUJO	S/E TENA	S/E BAÑOS	HORA	S/E AMBATCS	S/E TOTORAS	S/E PUJO	S/E TENA	S/E BAÑOS	HORA	S/E AMBATCS	S/E TOTORAS	S/E PUJO
1	23134.1634	17100.1431	7845.93655	7380.87882	7801.57789	1	23104.9036	17138.6178	7796.05518	7731.53552	7802.91565	1	0.12663904	0.22449127	0.63982844
2	21910.0908	15858.7944	7387.32605	7009.56458	7395.0378	2	21907.3156	15965.457	7326.94116	7325.84106	7458.83533	2	0.01266795	0.66808406	0.82414867
3	21385.882	15395.2218	7164.04239	6819.58484	7132.52383	3	21452.0334	15551.9237	7135.078	7129.90857	7201.57691	3	0.30836903	1.00760444	0.40594349
4	21102.9664	15288.4415	7033.53244	6725.86626	7008.07703	4	21114.5836	15373.8954	6965.78723	6996.26154	7006.94312	4	0.05502002	0.55583778	0.97254203
5	21496.0137	15520.0473	7080.69629	6764.05791	7091.12442	5	21631.9384	15577.8737	7011.06421	7026.3255	7024.53015	5	0.6283517	0.37120837	0.9931742
6	22940.0487	16795.3045	7400.67715	6991.93163	7538.12256	6	22978.8861	17071.7759	7408.01758	7281.56104	7667.80005	6	0.16901329	1.61946465	0.09908757
7	23702.7654	17095.4676	6848.47144	6013.94081	7111.79526	7	24237.4094	17808.7555	6869.14075	6119.86145	7311.03235	7	2.20586299	4.00526547	0.30090098
8	26406.4792	19005.0399	7178.20718	6156.29951	7650.29915	8	27508.7379	19881.9047	7300.62024	6505.76874	7651.49951	8	4.00694016	4.41036622	1.67674871
9	30518.2883	22043.6726	7907.07666	6754.90973	9027.34186	9	32053.4709	22860.8488	7971.67383	7190.31818	9078.04614	9	4.78944268	3.57456623	0.81033381
10	33028.4034	23468.0061	8454.03003	7263.38475	9834.76544	10	34768.3176	24561.9729	8469.42896	7600.9223	9818.55591	10	5.00430957	4.45390429	0.18181776
11	33986.6331	23962.4781	8901.09558	7678.85716	10306.9178	11	35956.4131	24951.342	8910.37256	7964.12372	10363.4177	11	5.47824379	3.96316952	0.10411437

Figura C-17.- Fragmento de la segunda hoja de cálculo del archivo EXCEL generado para una proyección de carga eléctrica con el algoritmo ARIMA para la semana del 7/09/2018 al 13/09/2018

A continuación, se presenta el detalle de la Figura C-17.:

- 1) Se presenta la semana de proyección.
- 2) Corresponde a los datos generados de la proyección semanal de carga eléctrica para cada subestación.
- 3) Corresponde a los datos seleccionados para la semana de comparación
- 4) Es el porcentaje de error medio absoluto calculado hora por hora para cada dato de la proyección en relación con los datos de comparación para cada subestación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	INDICADORE	S/E AMBATC	S/E TOTORA	S/E PUYO	S/E TENA	S/E BAÑOS										
2	DAM	439.85341	498.450037	178.740233	351.758737	127.830988										
3	EMC	369932.057	418070.242	51380.2085	182530.533	28720.2418										
4	PEMA	1.49006515	2.29698149	2.02512488	4.08505551	1.46565627										
5	PME	0.73022564	1.4864977	0.44869674	3.77233858	0.0087674										
6	EP	98.5099349	97.7030185	97.9748751	95.9149445	98.5343437										
7																
8	et = Comp - Proy						abs(et) = abs(Comp - Proy)									
9																
10	S/E AMBATC	S/E TOTORA	S/E PUYO	S/E TENA	S/E BAÑOS		S/E AMBATC	S/E TOTORA	S/E PUYO	S/E TENA	S/E BAÑOS		S/E AMBATC	S/E TOTORA	S/E PUYO	S/E TENA
11	-29.259827	38.4747005	-49.8813785	350.656708	1.33779975		29.259827	38.4747005	49.8813785	350.656708	1.33779975		856.137476	1480.30258	2488.15192	122960.127
12	-2.7752075	106.662674	-60.3848883	316.276489	63.7975157		2.7752075	106.662674	60.3848883	316.276489	63.7975157		7.70177667	11376.9259	3646.33473	100030.817
13	66.1514277	156.701874	-28.9643847	310.32373	69.0530705		66.1514277	156.701874	28.9643847	310.32373	69.0530705		4376.01139	24555.4772	838.935584	96300.8177
14	11.617249	85.4539183	-67.7452085	270.39528	-1.13391025		11.617249	85.4539183	67.7452085	270.39528	-1.13391025		134.960474	7302.37214	4589.41327	73113.6072
15	135.924652	57.8263703	-69.632081	262.267595	-66.5942682		135.924652	57.8263703	69.632081	262.267595	-66.5942682		18475.511	3343.8891	4848.6267	68784.2914
16	38.8373725	276.471376	7.34042425	289.62941	129.677489		38.8373725	276.471376	7.34042425	289.62941	129.677489		1508.3415	76436.4219	53.8818282	83885.1948
17	534.644043	713.287935	20.6693115	105.920639	199.237091		534.644043	713.287935	20.6693115	105.920639	199.237091		285844.253	608779.678	427.220438	11219.1818
18	1102.25867	876.864807	122.413056	349.469224	1.2003175		1102.25867	876.864807	122.413056	349.469224	1.2003175		1214974.17	768891.889	14984.9562	122128.739
19	1535.18262	817.176179	64.5971683	435.408448	50.7042845		1535.18262	817.176179	64.5971683	435.408448	50.7042845		2356785.67	667776.908	4172.79415	189580.516
20	1739.91425	1093.96677	15.3989262	337.537552	-16.2095343		1739.91425	1093.96677	15.3989262	337.537552	-16.2095343		3027301.58	1196763.28	237.12693	113931.599
21	1969.77997	988.863983	9.276978	285.266557	-56.4999382		1969.77997	988.863983	9.276978	285.266557	-56.4999382		3880033.12	977851.976	86.0623208	81377.0084

Figura C-18.- Fragmento de la tercera hoja de cálculo del archivo EXCEL generado para una proyección de carga eléctrica con el algoritmo ARIMA para la semana del 7/09/2018 al 13/09/2018

A continuación, se presenta el detalle de la Figura C-18.:

- 1) Indicador resultado de la desviación absoluta media (DAM) para cada subestación.
- 2) Indicador resultado del error medio cuadrático (EMC) para cada subestación.
- 3) Indicador resultado del porcentaje de error medio absoluto (PEMA) para cada subestación.
- 4) Indicador resultado del porcentaje medio de error (PME) para cada subestación.
- 5) Indicador resultado de la exactitud de la proyección (EP) para cada subestación.
- 6) Fragmento de los datos de cálculo realizados para la obtención de los indicadores de error.

4. GESTIÓN DE ANÁLISIS DE DEMANDA ELÉCTRICA

Para gestionar un nuevo análisis de la información proporcionada por la base de datos, se debe seleccionar en la barra de acceso la opción Archivo / Nuevo Análisis de Datos.

El ejemplo se muestra en la Figura C-19.

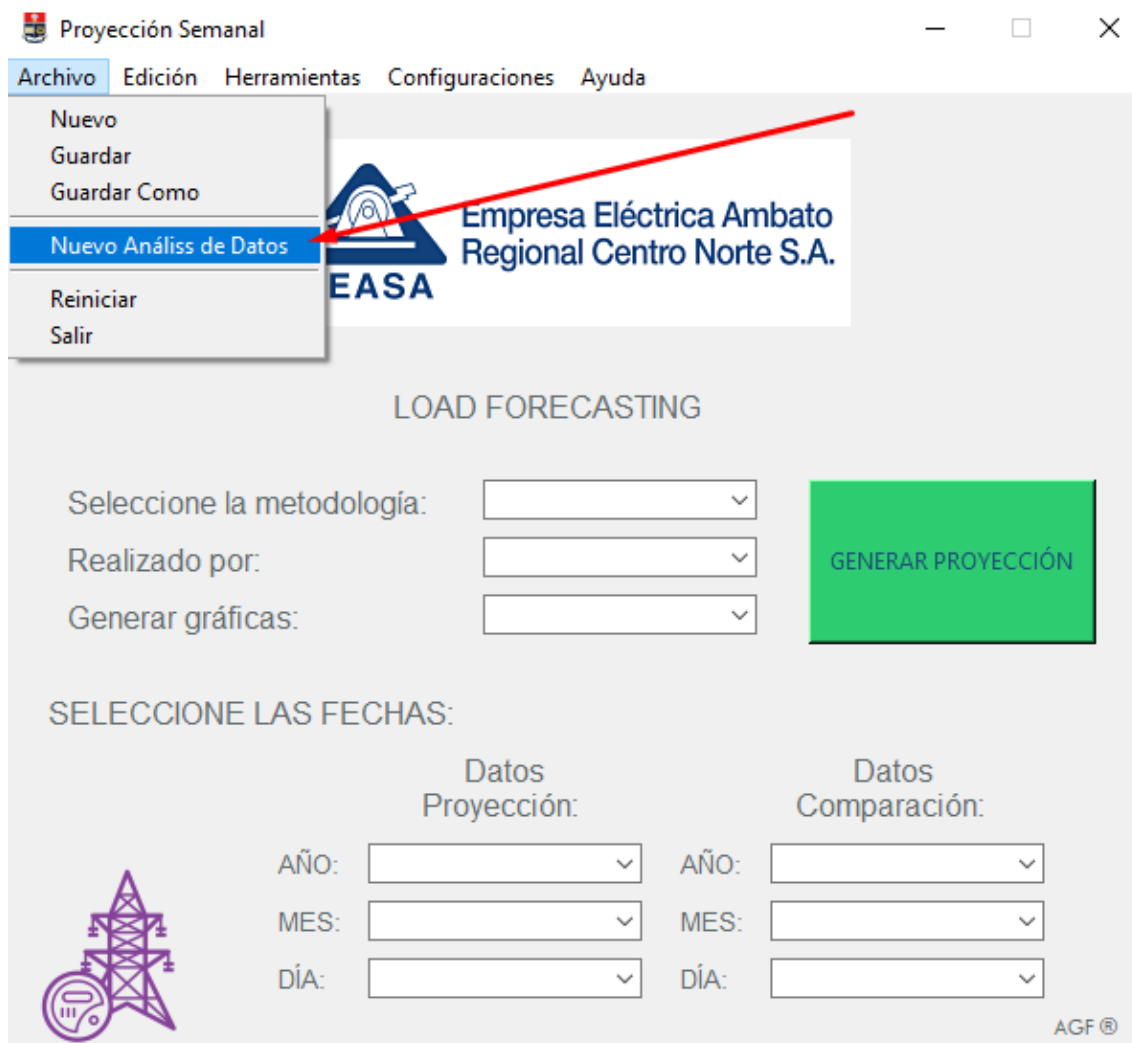


Figura C-19.- Ejemplo de selección de un Nuevo Análisis de Datos

4.1. INTERFAZ DE GRÁFICAS RÁPIDAS

Inmediatamente después de seleccionar un Nuevo Análisis de Datos, el programa permite visualizar la GUI de Gráficas Rápidas. La interfaz es bastante interactiva y permite realizar gráficas de acuerdo con los parámetros ingresados por el usuario como el tiempo, o la subestación. En la Figura C-20. se presenta el programa con la interfaz de gráficas rápidas.

Análisis de datos

Archivo Edición Herramientas Ayuda

EEASA Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

Seleccione el tipo de gráficas a generar: RÁPIDA

GRÁFICA RÁPIDA

Seleccione el tipo de gráfica: Diario Anual Mensual Semanal Diario

AÑO: 2018

MES: MAYO

DÍA: 5

S / E: TOTORAS

☒ GENERAR SCATTER

RESET GRAFICAR

AGF ®

Figura C-20.- Interfaz gráfica correspondiente al módulo de graficas rápidas

Las gráficas generadas permiten visualizar datos de temperatura versus temperatura en el tiempo en lapsos de 60 minutos para cada medición, así como también se permite generar gráficas de dispersión para la gráfica de carga eléctrica versus temperatura. En la Figura C-21 se muestra un ejemplo de la gráfica anual de Carga versus Temperatura para la Subestación Puyo en el año 2017, así como también el gráfico de dispersión anual (SCATTER) con los mismos datos antes mencionados.

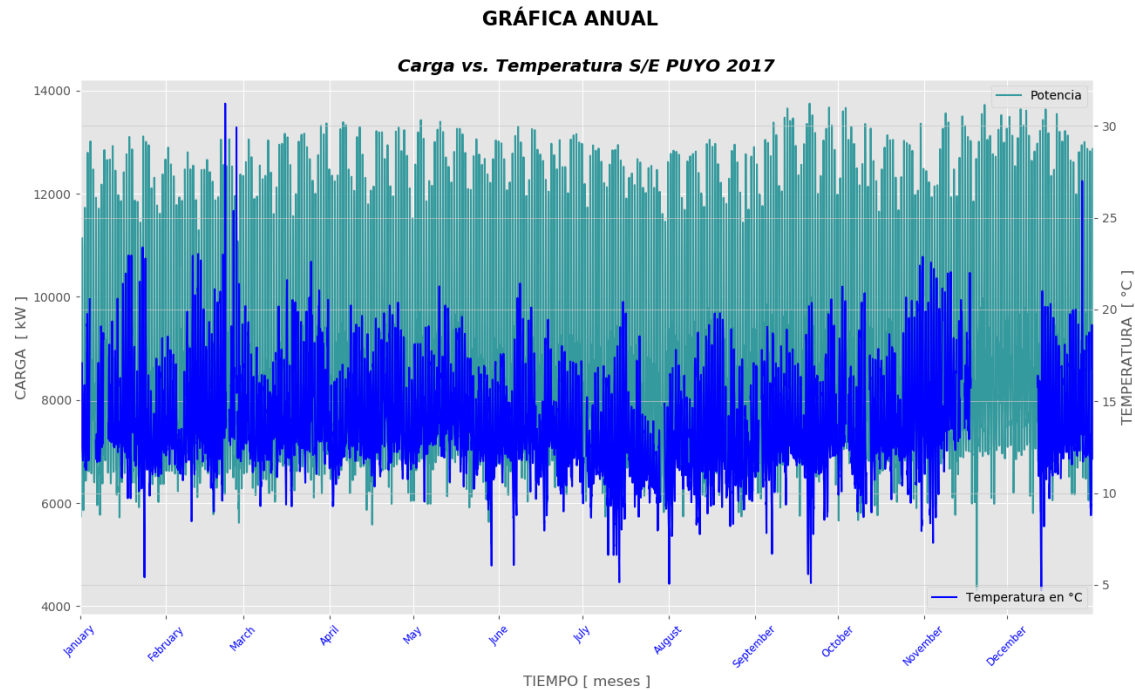


Figura C-21.- Ejemplo de la gráfica anual de Carga versus Temperatura para la Subestación Puyo en el año 2017

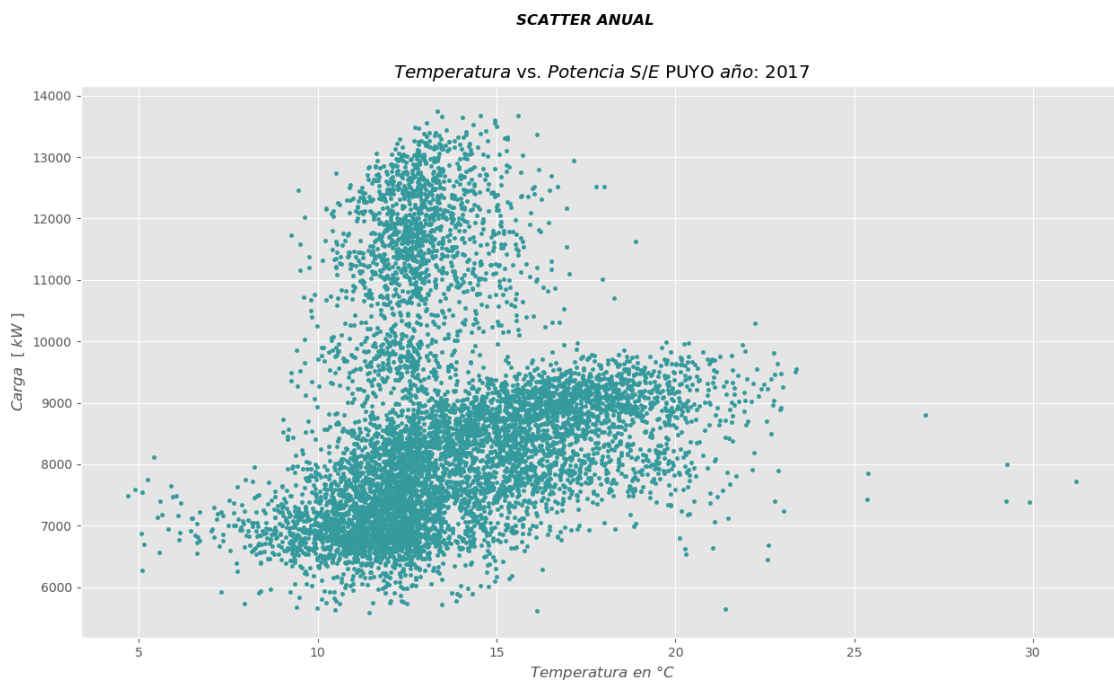


Figura C-22.- Ejemplo de la gráfica anual de dispersión de Carga versus Temperatura para la Subestación Puyo en el año 2017

4.2. INTERFAZ DE GRÁFICAS ACUMULADAS

En la lista desplegable del tipo de gráficas a generar, el usuario tiene la opción de acceder a la GUI de gráficas acumulativas, al pulsar en el botón OK, ésta despliega la interfaz de gráficas acumulativas en donde se solicita al usuario establecer únicamente el año y la subestación para la cual se desea obtener el tipo de gráficas antes seleccionadas. En la Figura C-23. se muestra la interfaz del analizador de gráficas acumulativas anuales.

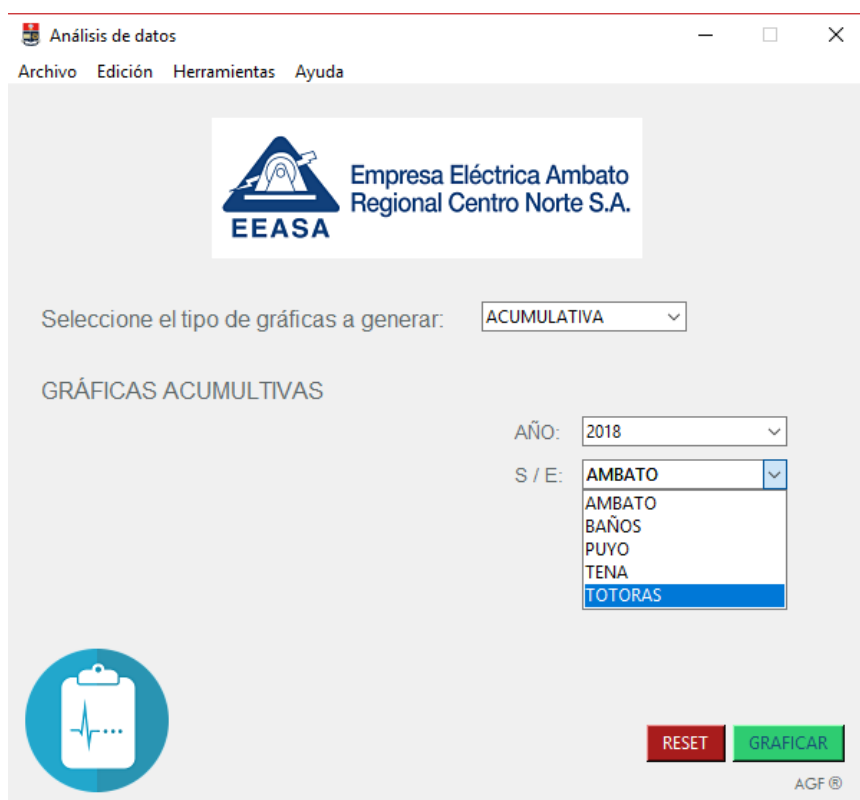


Figura C-23.- Interfaz gráfica correspondiente al módulo de graficas acumuladas

Esta opción permite evaluar el comportamiento o la tendencia de la curva diaria de carga eléctrica a lo largo de un año. La gráfica sobrepone las curvas diarias una sobre otra durante todo el año seleccionado por el usuario tal como se muestra en el ejemplo de la Figura C-24.

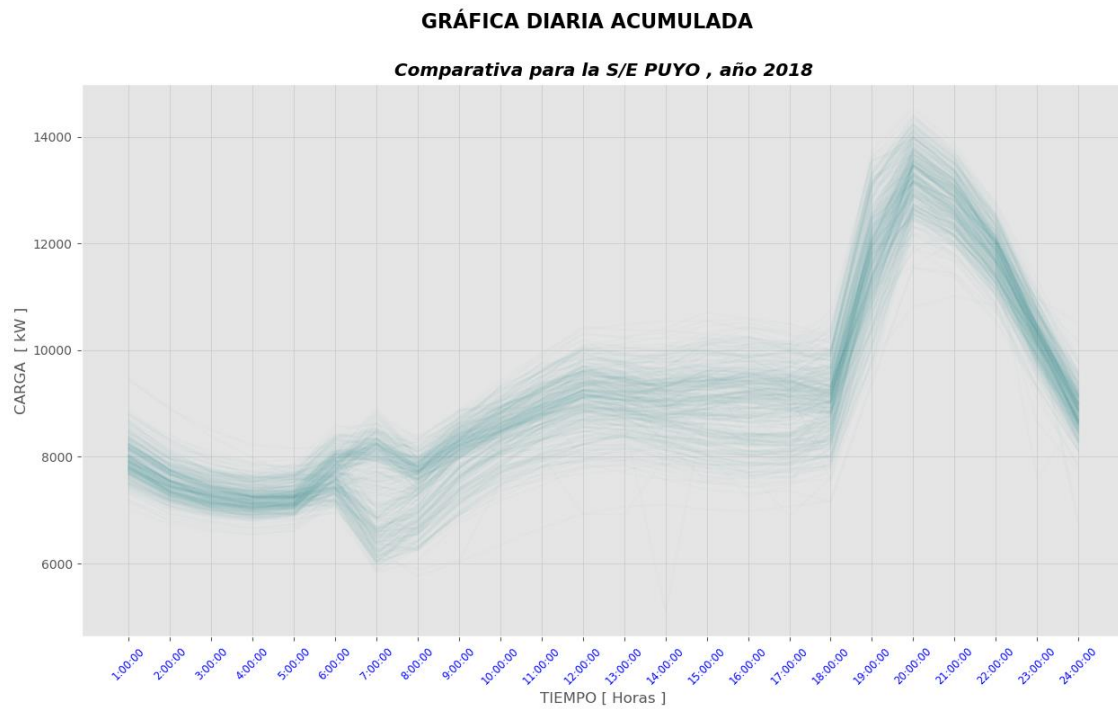


Figura C-24.- Ejemplo de la Gráfica acumulada de la curva de carga diaria para la subestación Puyo en el transcurso del año 2018