

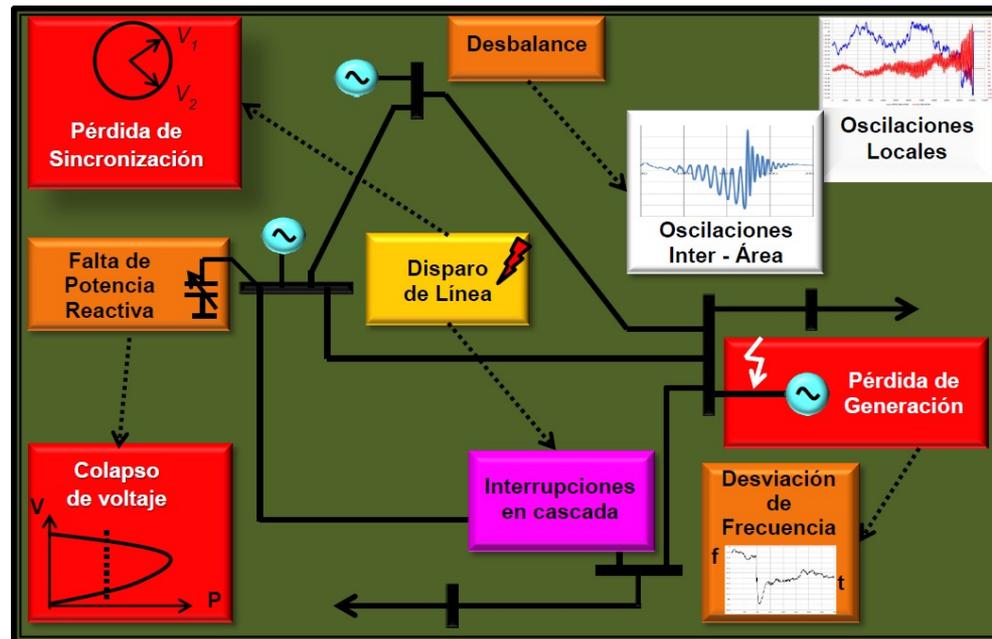


# **Esquemas de Acción Remedial y Esquemas de Protección de Sistema**

El crecimiento de la demanda del Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), la entrada en servicio a destiempo de nuevas obras, así como una red insuficiente de transmisión o capacidad de transformación, suelen ser el origen de la instalación de Esquemas de “defensa”, los cuales tienen el propósito de mantener la integridad del SEN, optimizar la red de transmisión, reducir los costos de producción y minimizar la afectación de usuarios en condiciones de estado de emergencia mediante la conexión/desconexión automática de algunos elementos previamente seleccionados.

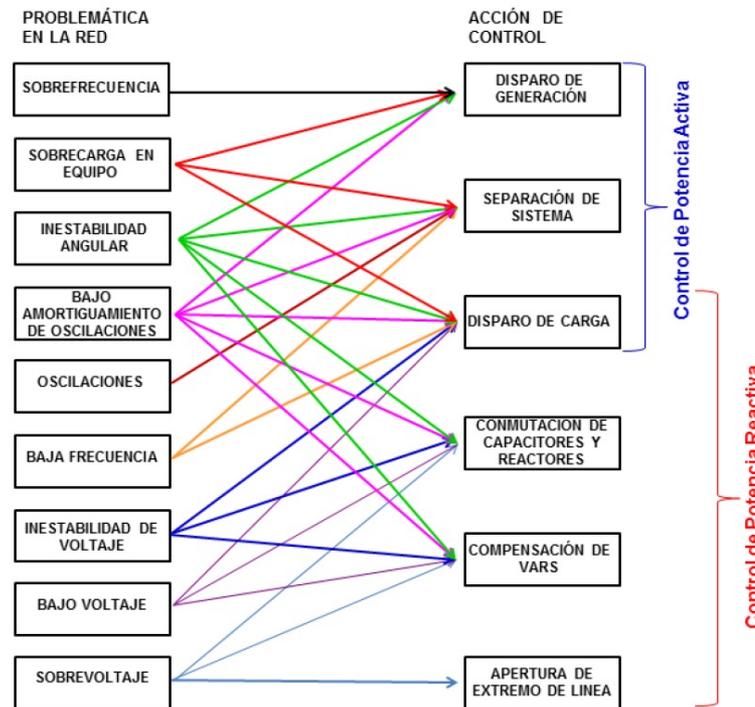
La conexión/desconexión de estos elementos tiene el objetivo de evitar la evolución de un disturbio, el cual puede desencadenar una desconexión en cascada de varios elementos hasta terminar en un colapso parcial ó total del propio Sistema.

A estos esquemas de “defensa” que permiten la conexión/desconexión de uno o varios elementos del Sistema, se les denomina “Esquemas de Acción Remedial” (EAR) y tienen la finalidad de controlar elementos del Sistema bajo ciertas condiciones de operación (principalmente de emergencia) y ante la presencia de contingencias previamente analizadas, para mantener cierto margen de seguridad en el Sistema. Adicionalmente están en operación otros esquemas de defensa que protegen al Sistema denominados, “Esquemas de Protección de Sistema” (EPS).



# Esquemas de Acción Remedial (EAR) y Esquemas de Protección de Sistema (EPS)

Los EAR y EPS son un conjunto de acciones de control automáticas y coordinadas, destinadas a garantizar que el SEP esté protegido frente a grandes perturbaciones que implican múltiples contingencias, por lo general no son causadas por desastres naturales, sino por las condiciones operativas que se van presentando. Los EAR se utilizan principalmente para aumentar la seguridad operativa del SEP.



# Esquemas de Acción Remedial y Esquemas de Protección de Sistema

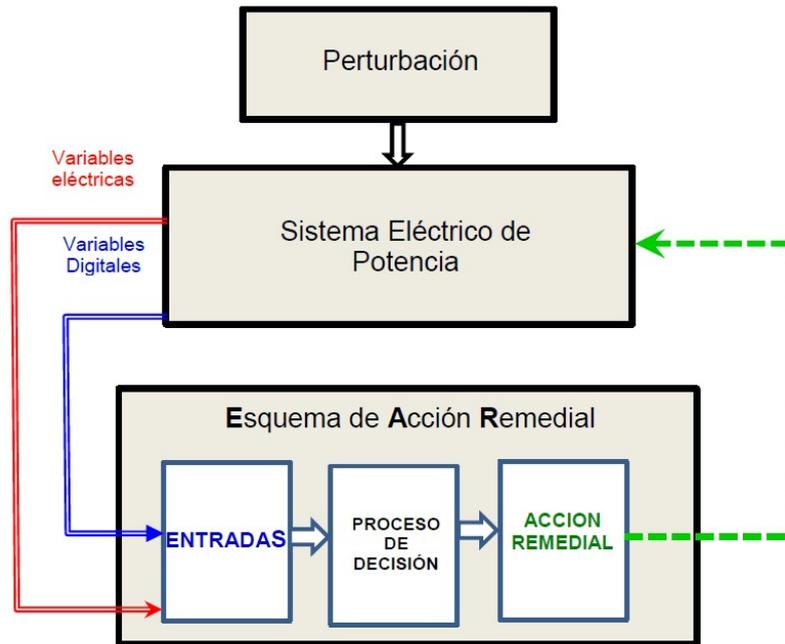
## Esquemas de Acción Remedial:

- Disparo Automático de Generación
- Disparo Automático de Carga
- Cambio Automático de Topología por línea, transformador e interruptor
- Conmutación Automática de Elementos en Derivación.
- Protección de Área Amplia.

## Esquemas de Protección de Sistema de:

- Corte de carga por baja Frecuencia E81.
- Corte de carga por bajo voltaje E27.

Es un esquema de protección cuyo propósito es detectar una condición particular de la red que se conoce a través de estudios, provoca una condición inusual de estrés al SEP con efectos tales como, sobrecarga, inestabilidad angular, de frecuencia o de voltaje, tomando algún tipo de acción predeterminada, como disparo de generadores, corte de carga intencional, cambio automático de topología, para contrarrestar la condición de una manera controlada.



Un EPS es considerado como un nivel de protección adicional, diseñado para iniciar el último intento de estabilizar el SEP cuando un colapso parcial o total es inminente.

El objetivo de contar con un EPS es detener el abatimiento de frecuencia o voltaje, regresarlos a una banda operativa y conservar integro el SEP, segregar islas en forma controlada y evitar el colapso del sistema.

El EPS se considera en general para operar rara vez, pero para eventos previsibles que podrían debilitar la integridad de la red. Su función es muy distinta a la del EAR que aísla uno o varios elementos del SEP cuando se tiene un evento.

Para los EPS, se requieren estudios considerables de planificación operativa, no sólo para tratar eficazmente disturbios específicos, sino también para asegurar la interacción con otros esquemas automáticos como los EAR.

Una de las características de los EPS, es la desconexión de carga distribuida, como una acción final para salvaguardar al SEP y suavizar los efectos ocasionados en los voltajes del Sistema.

Los EAR que se encuentran actualmente en operación en el SEN se clasificarán en los siguientes grupos, así como las causas que originan su operación:

## **Disparo Automático de Generación DAG**

- o Limite por sobrecarga de Líneas de transmisión y/o Transformadores.
- o Límite por sobrefrecuencia
- o Limite de estabilidad angular.

**DAG:** Se implementa para el disparo de unidades de generación, ante la pérdida de elementos primarios de transmisión que ocasionan sobrecarga o sobrefrecuencia en la red local o la pérdida de estabilidad del sistema. Se debe disparar una o varias unidades generadoras de acuerdo a la condición operativa, para mantener la integridad del sistema. Esta medida de emergencia se ha utilizado para mantener a los enlaces que permanecen en servicio dentro de sus límites de operación.

## Disparo Automático de Carga DAC

- Sobrecarga de transformadores o líneas.
- Limite de estabilidad Voltaje.
- Límite de estabilidad Angular

**DAC:** Se implementa para el corte de carga de manera controlada y se aplica bajo las siguientes condiciones:

- Por sobrecarga de transformadores o líneas de transmisión ante la pérdida de elementos primarios en la misma subestación o en otras instalaciones.
- Por pérdida estabilidad angular
- Por pérdida de estabilidad de voltaje.

## **Cambio automático de Topología CTL, CTT y CTI**

- o Sobrecarga de elemento de la red.
- o Sobrevoltaje (E59).
- o Separación de sistemas eléctricos

**CTL:** Se implementa para el disparo de una Línea de Transmisión ó Subtransmisión de manera controlada y se aplica bajo las siguientes condiciones:

- Evitar la sobrecarga de equipos primarios ante la pérdida de elementos primarios en la misma subestación o en otras instalaciones, para la redistribución de los flujos y sin afectación de carga.
- Evitar sobretensiones en equipos primarios ante la pérdida de elementos primarios en la misma subestación o en otras instalaciones, sin afectación de carga.
- Evitar incrementos o abatimiento de frecuencia fuera de los límites operativos permisibles.

## **Cambio automático de Topología CTL, CTT y CTI**

- o Sobrecarga de elemento de la red.
- o Sobrevoltaje (E59).
- o Separación de sistemas eléctricos

**CTT:** Se implementa para el disparo de un Transformador de manera controlada y se aplica bajo las siguientes condiciones:

- Evitar la sobrecarga de equipos primarios ante la pérdida de elementos primarios en la misma subestación o en otras instalaciones, para la redistribución de los flujos, sin afectación de carga.
- Evitar bajo voltaje en una Región, sin afectación de carga.

**CTI:** Se implementa para el disparo de un Interruptor de manera controlada y se aplica bajo las siguientes condiciones:

- Evitar la sobrecarga de equipos ante la pérdida de elementos primarios en la misma subestación o en otras instalaciones, para la redistribución de los flujos y sin afectación de carga.

## Conmutación Automática de Elementos en Derivación ECR y ECC.

- o Sobrevoltaje (E59).
- o Bajo Voltaje (E27).

**ECR:** Esquema de Conmutación (Desconexión/Conexión) Automática de Reactores, su finalidad es controlar el voltaje a través de la conexión o desconexión de uno o varios Reactores, sin la afectación de carga y se aplica para lograr:

- Aumentar la transferencia de energía.
- Proteger de la sobretensión a los equipos primarios.
- Mantener el voltaje en límites seguros y/o valores aceptables de operación.
- Mantener un margen de reserva reactiva en los elementos de control dinámico como Generadores y CEV`s.

## Conmutación Automática de Elementos en Derivación ECR y ECC.

- o Sobrevoltaje (E59).
- o Bajo Voltaje (E27).

**ECC:** Esquema de Conmutación (Desconexión/Conexión) Automática de Capacitores, su finalidad es controlar el voltaje a través de la conexión o desconexión de uno o varios Bancos de Capacitores, sin la afectación de carga y se aplica para lograr:

- Aumentar la transferencia de energía.
- Mantener el voltaje en límites seguros o valores aceptables de operación.
- Mantener un margen de reserva reactiva en los elementos de control dinámico como Generadores y CEV's.

## Protección de Área Amplia PAA.

- Una o más de las acciones ya definidas en las cuatro Categorías anteriores, en forma interconectada y coordinada, para lograr un efecto más selectivo. Para este EAR, se considerará la utilización de *Esquemas de Sincrofasores para Medición de Área Amplia y Acciones Remediales*, (ESMAR).

**PAA:** Este tipo de esquema, aún no se encuentra en operación en el Sistema Interconectado Nacional, se agrega para su identificación y uso futuro.

## Esquemas de Protección de Sistema:

- Corte de carga por baja Frecuencia E81.
- Corte de carga por bajo voltaje E27.

### **Corte de carga por baja frecuencia (E81)**

Se implementa para lograr el balance de carga-generación, ocasionado por pérdida de generación o elementos de transmisión.

### **Corte de carga por bajo Voltaje (E27)**

Se implementa para evitar el colapso de voltaje o voltajes no adecuados en una región, ocasionados por deficiencia de potencia reactiva o por altas transferencias de potencia reactiva.

El objetivo de contar con un Esquema de Protección de Sistema de Corte de Carga por Baja Frecuencia (EPS E81) es detener el abatimiento de frecuencia, regresarla a una banda operativa, conservar íntegro el Sistema en lo posible y evitar el colapso total.

La desconexión de carga es una acción de control de emergencia destinada a garantizar la estabilidad del sistema reduciendo la carga para adecuarla a la disponibilidad de generación.

Al presentarse un disparo de un circuito por baja frecuencia (protección 81), el operador del CCD no deberá restablecerlo, informando al nivel operativo superior (Zona de Operación y Transmisión)

### Sistema Interconectado Nacional

| PASO | AJUSTE (Hz) | TIEMPO (CICLOS) |
|------|-------------|-----------------|
| 1    | 59.3        | 4               |
| 2    | 59.2        | 4               |
| 3    | 59.1        | 4               |
| 4    | 58.9        | 4               |
| 5    | 58.7        | 4               |
| 6    | 58.5        | 4               |

El Sistema Baja California se encuentra conectado al WECC (Western Electricity Coordinating Council), por lo que sigue los lineamientos de este sistema. Se tienen un E81 que cuenta con siete pasos de corte de carga por baja frecuencia y tres pasos de recuperación de carga por alta frecuencia, los cuales se muestran a continuación.

## Sistema Baja California

| PASO | AJUSTE (Hz) | TIEMPO (CICLOS) | TIEMPO (SEG) <sup>1</sup> |
|------|-------------|-----------------|---------------------------|
| 1    | 59.5        | 5               | 15, 30 Y 60               |
| 2    | 59.1        | 6               |                           |
| 3    | 58.9        | 6               |                           |
| 4    | 58.7        | 6               |                           |
| 5    | 58.5        | 6               |                           |
| 6    | 58.3        | 6               |                           |
| 7    | 57.9        | 2               |                           |

<sup>1</sup> Se tienen 3 pasos adicionales a 59.5 Hz con retardos de tiempo en segundo para aquellos casos en que la frecuencia no se recupera a valores cercanos a 60 Hz es un lineamiento del WECC

El objetivo es determinar la ubicación, ajustes y monto de carga a afectar en una región determinada ante contingencias que provoquen decrementos en voltajes, tales que no permitan un suministro de energía eléctrica con la calidad convenida con los usuarios.

Los Sistemas Eléctricos de Potencia que suministran energía a instalaciones industriales, hoy están más susceptibles a colapsos de voltaje, sobre todo en aquellos sistemas donde las fuentes de generación están alejadas de los centros de carga. Lo anterior incrementa las pérdidas de potencia reactiva, puesto que la impedancia de las líneas de transmisión es principalmente reactiva.

La implementación del EPS E27 permitirá afectar carga para que el sistema se aleje de la zona de colapso de voltaje y también para no alimentar carga fuera del rango convenido con los usuarios de acuerdo con la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica.

La desconexión de carga es una acción de control de emergencia destinada a garantizar la estabilidad de voltaje, reduciendo la carga del sistema para suministrar la energía eléctrica con la calidad convenida.

El tiro de carga manual es la interrupción controlada del suministro eléctrico a usuarios a través de la desconexión de circuitos, líneas o subestaciones necesarias para mantener la Confiabilidad de Sistema Eléctrico Nacional, alguna parte de la Red Nacional de Transmisión o Red General de Distribución, ante la presencia de un estado operativo de emergencia.

En este estado, la ocurrencia de una Contingencia sencilla más severa conduciría al SEN a una condición de inestabilidad y la operación en este estado requiere de la ejecución de acciones remediales.

El **CENACE deberá notificar** a todos los Integrantes de la Industria Eléctrica que el SEN se encuentra en Estado Operativo de Emergencia y que es necesario tomar las acciones operativas necesarias, incluida la desconexión de carga, con la finalidad de restablecer el Estado Normal o de Alerta en el SEN, para ello los Centros de control de Distribución deberán de tener preparado un listado de circuitos preparados por bloques de demandas medias que podrán ser utilizadas para este fin una vez que se instruya por parte del nivel operativo superior

# Esquema de acción remedial y EPS en el modulo de operacion

Sistema de administración de distribución

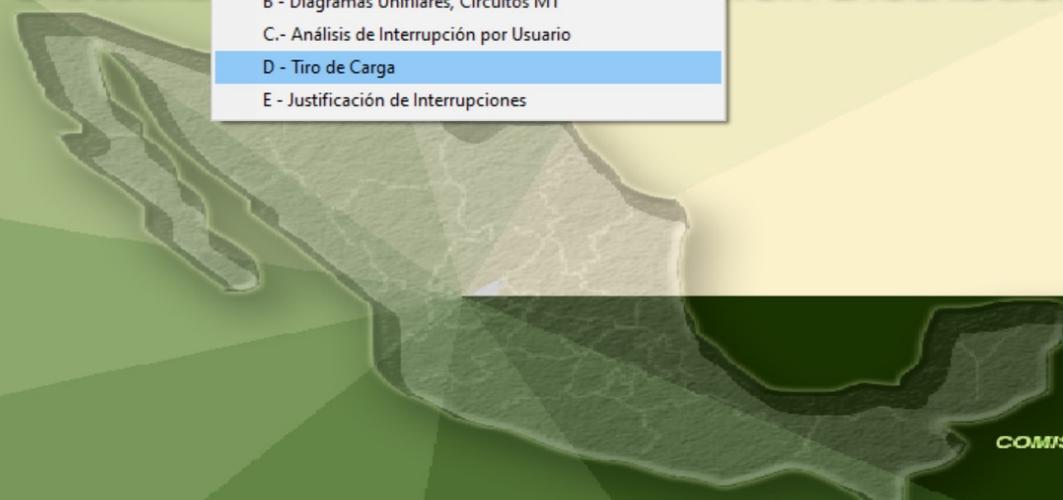
Planeación Obras Materiales Actividades de Campo **Operación** Electrificación Generales Consultas Indices Utilerias Fin

- 1 - Captura de Interrupciones (SIRCAID)
- 2 - Captura de Salidas de Lineas
- 3 - Captura de Salidas de Subestaciones
- 4 - Control de Operaciones de Equipo (CONTOP)
- 5 - Libramiento de Eventos (LIEVEN)

---

- A - Reportes de Interrupciones
- B - Diagramas Unifilares, Circuitos MT
- C.- Análisis de Interrupción por Usuario
- D - Tiro de Carga**
- E - Justificación de Interrupciones

Sistema ión Distribución



**CFE**  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD



**DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO**  
DIVISIONALES  
Buenas Tardes ING. OSCAR OLVERA JUAREZ

Versión 3.0.11.14  
Adobe PDF

2021.08.04  
05:17:07 PM  
siad

# En el SIAD se tienen identificados los tiros de carga **CFE** / *Distribución*<sup>®</sup> Manual y tiro de Carga automatico

5-D ... Modulo de Tiro de Carga (Manual, Baja Frecuencia e Interrumpibles) ...

Salir

04-ago-2021

tirocargap.exe v.210730

17:19:31

Año

División

### Tiro de Carga Manual

- Formación de Bloques
- Programación de Eventos
- Ejecución de Eventos
- Reportes ▾

### Tiro Automático de Carga

- Formación de Pasos
- Verificación de Ejecución
- Reportes ▾

### Tarifa Interrumpible

- Formación de Bloques
- Programación de Eventos
- Ejecución de Eventos
- Reporte

### Catálogos / Configuración

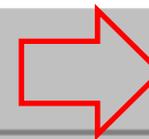
- Carga de Eventos
- Permisos
- Variables

Salir

# Esquema de tiro de carga Manual

Construcción de Bloques Tiro de Carga Manual

En este ICONO se descarga la información en excell



**División** DU - DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO  
**Zona** 01 - ZONA TAMPICO

...: Bloques de Tiro de Carga ...

| Bloque  | Zona  | Nombre Zona  | Nombre Se      | SE  | Circuito | Demanda | Usuarios | T. Carga | %   |                          |
|---|-------|--------------|----------------|-----|----------|---------|----------|----------|-----|--------------------------|
| 1   | DU010 | ZONA TAMPICO | LINDA VISTA II | LDV | 04120    | 1.138   | 2238     | RRUR     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              |                | LDV | 04150    | 1.442   | 2080     | RRUR     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              | TAMOS          | TMO | 05030    | 3.837   | 2871     | AGRI     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              |                | TMO | 05040    | 2.128   | 2030     | AGRI     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 1, Carga Predominante : RRUR, Demanda MW: 8.545, Usuarios: 9219 <<<   |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 2   | DU010 | ZONA TAMPICO | POLVORIN       | POL | 04115    | 2.030   | 3682     | URBB     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              |                | POL | 04125    | 2.539   | 4392     | URBB     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              |                | POL | 04135    | 3.319   | 5357     | URBM     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              |                | POL | 04145    | 5.489   | 2915     | URBB     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 2, Carga Predominante : RRUR, Demanda MW: 13.378, Usuarios: 16346 <<< |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 3   | DU010 | ZONA TAMPICO | INFONAVIT      | INF | 04110    | 2.207   | 3382     | URBM     | 100 | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 3, Carga Predominante : URBM, Demanda MW: 2.207, Usuarios: 3382 <<<   |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 4   | DU010 | ZONA TAMPICO | CACALILAO      | CCO | 05111    | 1.017   | 1678     | AGRI     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 4, Carga Predominante : RRUR, Demanda MW: 1.017, Usuarios: 1678 <<<   |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 5   | DU010 | ZONA TAMPICO | PUERTO         | PUO | 04115    | 3.579   | 1803     | RRUR     | 0   | <input type="checkbox"/> |
|   |       |              | TAMOS          | TMO | 05010    | 2.427   | 1203     | AGRI     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 5, Carga Predominante : URBM, Demanda MW: 6.006, Usuarios: 3006 <<<   |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 7   | DU010 | ZONA TAMPICO | UNIVERSIDAD    | UNT | 04110    | 0.574   | 1        | COME     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 7, Carga Predominante : AGRI, Demanda MW: 0.574, Usuarios: 1 <<<      |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 9   | DU010 | ZONA TAMPICO | MIRAMAR        | MIY | 04280    | 5.300   | 5612     | RRUR     | 0   | <input type="checkbox"/> |
| >>> Bloque: 9, Carga Predominante : URBM, Demanda MW: 5.300, Usuarios: 5612 <<<   |       |              |                |     |          |         |          |          |     |                          |
| 10  | DU010 | ZONA TAMPICO | CACALILAO      | CCO | 04392    | 1.017   | 544      | AGRI     | 0   | <input type="checkbox"/> |

# Esquema de tiro de automático de carga Automática

...: Construcción de Pasos de Tiro Automático de Carga (081) ...

En este ICONO se descarga la información en excell



**División** DU - DIVISION DE DISTRIBUCION GOLFO CENTRO  
**Zona** %% - TODAS

81's

27's

DAC's

...: Pasos para Tiro Automático de Carga por Baja Frecuencia (081) ...

| Paso  | Zona           | Nombre Zona     | Nombre SE        | Tipo      | Instalación | Dem. MW                             | Usuarios                 | Comentarios/Subestaciones           |                                     |                                     |                          |
|-------|----------------|-----------------|------------------|-----------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| DU010 | ZONA TAMPICO   | NARANJOS        |                  | C         | NRJ-04010   | 1.454                               | 4397                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 |                  | C         | NRJ-04030   | 2.988                               | 5072                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 |                  | C         | NRJ-04040   | 4.921                               | 6556                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 | PANUCO           | C         | PAN-04030   | 1.396                               | 3652                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 | REFINERIA MADERO | C         | RMA-04225   | 3.885                               | 2238                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                | C               |                  | RMA-04255 | 4.601       | 2803                                |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
| DU030 | ZONA VICTORIA  | ESTRELLA        |                  | C         | ESR-43045   | 1.353                               | 1576                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 |                  | C         | LBT-04120   | 4.912                               | 1607                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                | VICTORIA        | C                | LBT-04130 | 3.264       | 1838                                |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
|       |                |                 | C                | VRA-04115 | 1.749       | 1561                                |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
| DU040 | ZONA MATEHUALA | MOCTEZUMA       |                  | C         | VRA-04155   | 3.885                               | 3907                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 |                  | C         | MZM-04110   | 1.877                               | 4218                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                |                 |                  | C         | MZM-04120   | 2.160                               | 1290                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |
|       |                | VILLA DE ARISTA | C                | MZM-04130 | 2.959       | 2967                                |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
|       |                |                 | C                | VAR-04110 | 0.558       | 493                                 |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
|       |                |                 | C                | VAR-04120 | 2.506       | 1136                                |                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                                     |                          |
|       | C              | VAR-04130       | 1.197            | 3229      |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                          |
|       | C              | VAR-04140       | 0.880            | 1228      |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                          |
|       | L              | VAR-73930       | 31.883           | 4687      |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                          |
|       |                |                 |                  |           |             |                                     |                          | GDL                                 | SF's                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |