

# Diplomado y certificado para profesionales en energía fotovoltaica

## Índice

Índice.....	2
Módulo 14 Asesoría Jurídica .....	10
Antecedentes en la GD .....	10
Monopolio estatal .....	10
Órganos de gobierno del SE .....	11
Tipos de generación.....	11
Cadena de valor en la GD .....	12
Cadena de Valor en la Generación Distribuida .....	12
Fabricación y almacenamiento.....	13
Transporte .....	13
Instalación .....	13
Permiso de Interconexión.....	14
Funcionamiento y mantenimiento .....	14
Preguntas:.....	14
Actores en la GD .....	15
Influencia de los actores en la cadena de valor .....	15
Gestión del riesgo .....	16
Daño.....	17
¿Quiénes intervienen en un daño? .....	17
¿Cuándo se es responsable de reparar un daño? .....	18
Responsabilidad civil.....	19
Código Civil Federal Art. 1913 .....	19
Preguntas:.....	19
Contratos en la GD .....	19
Origen de las obligaciones .....	19
Elementos de validez de un contrato. ....	20
Tipos de contratos en la GD.....	20
Accidentes de trabajo.....	21
Acciones legales .....	21
Módulo 15 Análisis Financiero de las instalaciones Solares Fotovoltaicas .....	22
Análisis Financiero.....	22
Introducción.....	22

Objetivos del análisis financiero .....	22
Indicadores Financieros.....	23
Liquidez.....	23
Rentabilidad .....	23
Endeudamiento .....	23
Módulo 16 Rentabilidad y ahorro.....	24
IMPUUESTO SOBRE LA RENTA (ISR).....	24
Tipos de Figuras Fiscales .....	24
Personas físicas (asalariados) .....	24
Personas físicas con actividad empresarial .....	24
Personas morales.....	25
Tipos de Deducciones .....	25
Gastos.....	25
Activo fijo.....	25
Cálculo del impuesto .....	25
Articulo 34.....	26
Fracción XIII .....	26
Condiciones de la Deducción al 100%.....	26
Articulo 31.....	26
ISR .....	26
Articulo 36.....	27
ISR .....	27
Retorno de Inversión .....	27
Retorno de Inversión Simple .....	27
Retorno de Inversión ISR .....	28
Ahorro.....	28
Cuenta de inversión de energías renovables (“CUFIN VERDE”) .....	28
Crédito fiscal por equipos de alimentación para vehículos eléctricos .....	28
Estímulo fiscal a la investigación y desarrollo de tecnología.....	29
Estímulo fiscal CDMX.....	29
Vehículos eléctricos .....	29
Módulo 17 Componentes de un Generador fotovoltaico aislado o a baterías .....	31
Paneles.....	31

Ley de OHM, para un diseño básico se requiere lo siguiente.....	32
Conexión en Serie o en paralelo.....	33
Sistema de regulación .....	38
PWM .....	38
MPPT .....	38
Convertidor o Inversor .....	41
Solamente Aislado .....	42
Interactivo con la Red o híbrido.....	42
Operación con Generador de respaldo .....	42
UPS.....	43
Grid Zero o Cero inyección .....	44
Peak Shave.....	44
Packs: .....	45
MINI GRID:.....	45
Comportamiento de un sistema híbrido.....	46
Cálculo de pérdidas de un Sistema fotovoltaico aislado .....	47
GLOSARIO DE SISTEMAS FOTO VOLTAICOS A BATERIAS.....	48
Módulo 18 Componentes y Dimensionamiento de un Generador Fotovoltaico a Baterías .....	49
Ley de OHM, para un diseño básico se requiere lo siguiente.....	50
Conexión en Serie o en paralelo.....	50
Cálculo de pérdidas de un Sistema fotovoltaico aislado .....	53
Ejemplo.....	54
GLOSARIO DE SISTEMAS FOTO VOLTAICOS A BATERIAS.....	56
Módulo 19 y 20 Sistema de Bombeo Solar .....	58
¿En qué momento aplico bombeo solar fotovoltaico?.....	58
¿Qué necesito saber para comenzar a diseñar sistemas de bombeo solar?.	58
Disponibilidad del agua .....	58
Hidráulica Básica .....	59
Caudal / Gasto .....	59
Carga / Altura .....	59
Potencia .....	60
Relación entre los parámetros .....	60

Pérdida por fricción .....	60
Pérdida por fricción: velocidad del líquido .....	60
Cavitación .....	61
Analogía de pérdidas por fricción .....	61
Pérdidas en accesorios .....	62
Ejemplo de cálculo de pérdidas por fricción en tuberías .....	63
Consideraciones para el diseño de sistemas de bombeo solar .....	63
¿Qué información necesito para comenzar a diseñar? .....	63
Aforo de pozo .....	64
Análisis de datos .....	64
Gasto requerido .....	64
Riego a presión .....	65
Tablas de equivalencias .....	65
Nivel estático y nivel dinámico .....	66
Cálculo de la carga dinámica total .....	67
¿Qué accesorios van en un tren de descarga? .....	68
Caso 1 .....	69
Caso 2 .....	69
Caso 2 .....	70
Selección del equipo de bombeo .....	70
Con el gasto y carga seleccionamos la bomba .....	71
Una vez seleccionada la bomba revisamos datos del motor .....	72
Selección del variador de frecuencia solar .....	73
Acoplar variador con motor .....	73
Diseño del arreglo solar fotovoltaico .....	74
Bombas de CD .....	75
Software de diseño Grundfos .....	77
Software de diseño Franklin .....	77
Módulo 21 NOM 001 SEDE 2012 .....	78
Condiciones de Seguridad en generación distribuida .....	78
Elementos que intervienen para su selección y Análisis de cumplimiento con la NOM-001-SEDE-2012 Artículo 690 .....	81

Indicaciones del fabricante para utilización de los materiales y equipos. **¡Error!**  
**Marcador no definido.**

NOM-001-SEDE-2012 .....	89
Sección 690-4 Instalación.....	89
Parte E. Puesta a tierra.....	89
Artículo 250. Puesta a tierra y unión. ....	89
Sección 250 – 118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. ....	90
Sección 250 – 50. Sistema de electrodos de puesta a tierra. ....	92
Módulo 22 Sistemas de Puesta a tierra, normatividad en SF.....	94
ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS. ....	94
PARTE E. PUESTA A TIERRA .....	94
ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN .....	97
250-24. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida.....	97
250 – 66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. ....	97
250 – 122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos.....	101
ARTÍCULO 110. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS....	102
Subsección 110 – 3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo. ....	102
ARTÍCULO 240. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE. ....	103
240-81. Indicación.....	103
Subsección 240-24. Ubicación en o sobre los inmuebles. ....	103
ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS. ....	103
Sección 690 – 17. Desconectadores o interruptores automáticos. ....	103
ARTÍCULO 110. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS....	104
Subsección 110 – 3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo. ....	104
Subsección 110 – 14. Conexiones eléctricas.....	105
ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN. ....	105
Subsección 250 – 148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas.....	105
ARTÍCULO 314. CAJAS PARA SALIDA, EMPALME, UNIÓN O JALADO .....	107
Subsección 314-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme. ....	107

ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS .....	107
Subsección 690 – 14. Disposiciones adicionales.....	107
Sección 690-31. Métodos permitidos. ....	107
ARTÍCULO 342. TUBO CONDUIT METÁLICO SEMIPESADO.....	108
Sección 342 – 10. Usos permitidos.....	108
ARTÍCULO 358. TUBO CONDUIT METÁLICO LIGERO.....	108
Sección 358 – 10. Usos permitidos.....	108
INTEGRACIÓN DE UN DIAGRAMA UNIFILAR.....	112
ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	113
Sección 690 – 8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.....	113
Subsección 690 – 8 b) 2). Ampacidad del conductor. ....	113
CIRCUITO ALIMENTADOR GENERAL.....	115
SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....	115
Artículo 110. Requisitos de las instalaciones eléctricas. ....	115
Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito..	118
Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito..	118
Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito..	118
Corriente alterna. ....	120
CAPITULO 4.....	121
Numeral 4.2.2.2. Función de conductores.....	121
Numeral 4.2.2.3. Valores.....	121
ARTICULO 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	124
ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN. ....	126
ARTICULO 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS .....	126
Subsección 690-31. Métodos permitidos. ....	126
Sección 110 – 2. Aprobación. ....	126
Módulo 23 NOM 029 Mantenimiento de instalaciones eléctricas .....	131
Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011.....	131
1. Objetivo: .....	131
2. Campo de aplicación:.....	131
3. Referencias: .....	131
4. Definiciones:.....	131
5. Obligaciones del Patrón. ....	132

6. Obligaciones de los trabajadores .....	132
7. Plan de trabajo y determinación de riesgos potenciales .....	133
8. Procedimientos de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.....	133
9. Medidas de seguridad generales para realizar trabajos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.....	134
10. Condiciones de seguridad en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.....	134
15. Unidades de verificación .....	134
16. Procedimiento para la evaluación de la conformidad .....	134
<b>Módulo 24 Software de modelado y simulación .....</b>	<b>135</b>
Tema 1 Introducción General .....	137
Presentación del Software .....	137
Tema 2 PVsyst 7.1.....	138
2.1 Interfaz General .....	138
2.2 Módulo “Sistema Interconectado a Red” .....	140
2.3 Análisis de resultados .....	141
Tema 3 NREL SAM 2020 System Advisor Model.....	141
3.1Interfaz General .....	141
3.2. Interfaz de “Sistema Fotovoltaico Detallado”.....	143
3.3. Análisis de resultados .....	143
<b>Módulo 25 Software de diseño 3D y renderizado.....</b>	<b>145</b>
Tema 1 Introducción General .....	147
Presentación del Software .....	147
Características principales .....	148
Tema 2 SketchUp for Web.....	148
2.1 Interfaz General .....	148
2.2 Dibujo 3D .....	150
2.3 Análisis de sombreado .....	151
Tema 3 TwinMotion .....	153
3.1Interfaz General .....	153
3.2 Producción de Visualizaciones.....	154
3.3 Configuración de Imágenes .....	156
3.4 Renderizado final .....	157

Módulo 26 y 27 Asesoría Empresarial.....	158
LOS ERRORES MÁS COMUNES DE LA EMPRESA Y COMO SOLUCIONARLOS.....	158
ERROR 1: FALTA DE MISIÓN Y VISIÓN.....	158
ERROR 2: DESCONOCIMIENTO DE LA MATRIZ FODA.....	159
ERROR 3: CARENCIA DE ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS .....	160
ERROR 4: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEFICIENTE.....	160
ERROR 5: CENTRALIZACIÓN DEL PODER .....	162
ERROR 6: FALTA DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	163
ERROR 7: FALTA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	164
ERROR 8: COMUNICACIÓN DEFICIENTE.....	165
ERROR 9: FALTA DE CONTROLES ADMINISTRATIVOS .....	166
ERROR 10: DESINTERÉS POR LOS ASPECTOS JURÍDICOCORPORATIVOS .....	167
Error 11 Falta de una .....	168
Consideraciones finales .....	168

## Empresarial y Jurídica

Lic. Jaime Delgado

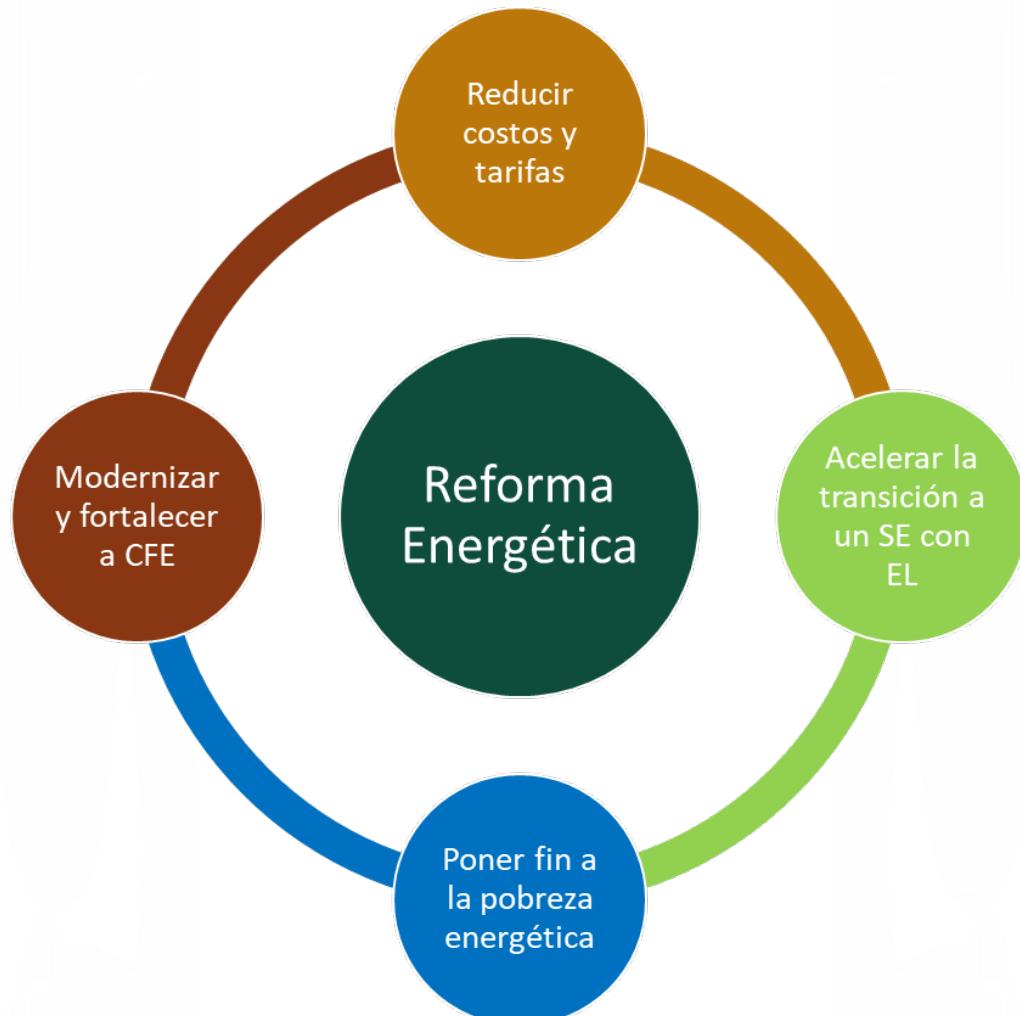
### Módulo 14 Asesoría Jurídica

#### Antecedentes en la GD

Monopolio estatal



- Autoabastecimiento y PIE.



## Órganos de gobierno del SE



## Tipos de generación



- Generador  $\geq .5$  MW



- Generador exento < .5MW

### Cadena de valor en la GD

#### Cadena de Valor en la Generación Distribuida



Fabricación y  
almacenamiento

Transporte

Instalación

Permiso de  
interconexión

Funcionamiento y  
mantenimiento

## Fabricación y almacenamiento



- ¿Quién lo produce?
- ¿Qué materiales utiliza?
- ¿Qué procesos utiliza?
- ¿Cuenta con certificaciones?
- ¿Quién lo almacena?
- ¿Método de embalaje?
- ¿Cómo se almacena?
- ¿Dónde se almacena?

## Transporte



- ¿De dónde se recoge?
- ¿Cómo se recoge?
- ¿Cómo se apila?
- ¿Quién los transporta?
- ¿Personal capacitado?
- ¿En qué los transporta?
- ¿Cómo los transporta?
- ¿Transporte asegurado?

## Instalación



- ¿Cómo se reciben?
- ¿Estudios?
- ¿Qué material se necesita?
- ¿Se cuenta con todo el material?
- ¿Quién realiza la instalación?
- ¿Cuenta con capacitación?
- ¿Hay supervisión?
- ¿Protocolos?
- ¿Seguros?

## Permiso de Interconexión



- ¿Desde cuándo se inicia el trámite?
- ¿Quién lo lleva a cabo?
- ¿Documentación completa?
- ¿Conocimiento legal?
- ¿Se toman en cuenta las situaciones actuales?
- ¿Tiempos?

## Funcionamiento y mantenimiento

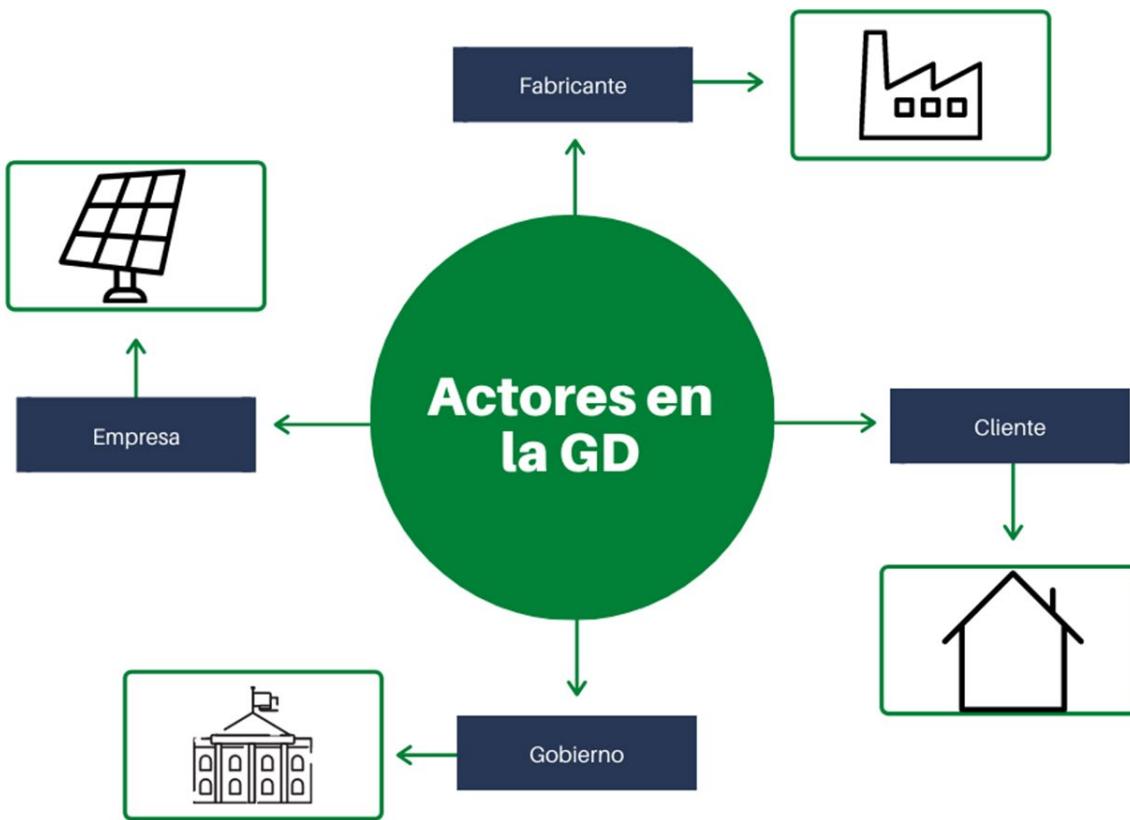


- ¿Instalación adecuada?
- ¿Correcto aislamiento?
- ¿Conexiones seguras?
- ¿Limpieza continua?
- ¿Mantenimientos periódicos?
- ¿Revisión de la instalación?
- ¿Cobertura de daños?

## Preguntas:

- ¿Cómo estaba constituido el sector de electricidad antes de la Reforma Energética?
  - En un monopolio a cargo de CFE.
- ¿Cuáles son los tipos de generadores establecidos en la LIE?
  - Generador y Generador exento.
- ¿Porqué actividades se conforma la cadena de valor de la GD?
  - Fabricación, Transporte, Instalación, Permiso de Interconexión, Funcionamiento y mantenimiento.

## Actores en la GD



[dencomx.com](http://dencomx.com)

## Influencia de los actores en la cadena de valor



## Gestión del riesgo



	Impacto	Probabilidad	Riesgo
Control de calidad deficiente			
Entrega fuera de tiempo			
Embalaje incorrecto			
Descuidos del transportista			
Estructura deficiente			
Aislantes inadecuados			
Solicitud fuera del plazo			
Suspensión de labores			



Fabricante



Empresa desarrolladora



Cliente



CFE



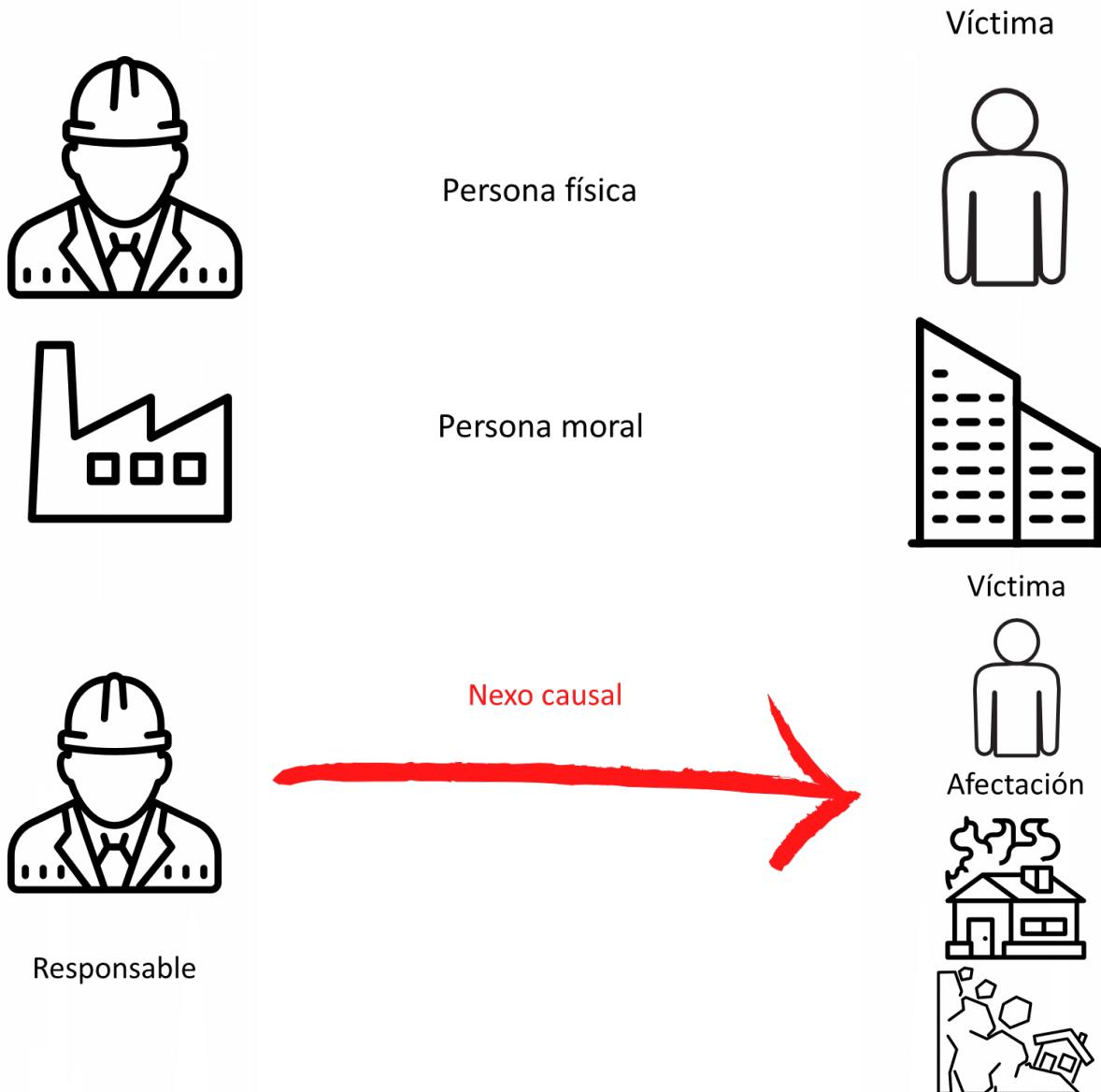
I searched a lot of literature to find all the factors leading to partial shading in photovoltaics. Still missed one. 😊



## Daño

- Artículo 2108.- Se entiende por daño la pérdida o menoscabo sufrido en el patrimonio por la falta de cumplimiento de una obligación.
- Artículo 2110.- Los daños y perjuicios deben ser consecuencia inmediata y directa de la falta de cumplimiento de la obligación, ya sea que se hayan causado o que necesariamente deban causarse.

## ¿Quiénes intervienen en un daño?



¿Cuándo se es responsable de reparar un daño?



Acto ilícito

Acto no apegado a la ley



Contra las buenas costumbres

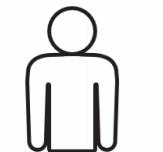


Responsable

Nexo causal

Cuando se demuestra que el daño es  
consecuencia de culpa o negligencia  
inexcusable de la víctima

1910



Víctima

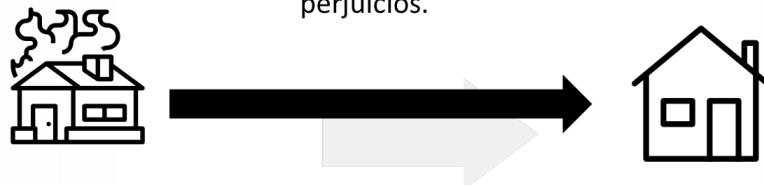


Afectación

## Responsabilidad civil

La obligación de restablecer el equilibrio que existía entre el patrimonio del autor del daño y el patrimonio de la víctima antes de sufrir el perjuicio.

La reparación del daño debe consistir a elección del ofendido en el restablecimiento de la situación anterior, cuando ello sea posible, o en el pago de daños y perjuicios.



### Código Civil Federal Art. 1913

Cuando una persona hace uso de mecanismos, instrumentos, aparatos o substancias peligrosas por sí mismos, por su naturaleza explosiva o inflamable, por la energía de la corriente eléctrica que conduzcan o por otras causas análogas, está obligada a responder del daño que cause, aunque no obre ilícitamente, a no ser que demuestre que ese daño se produjo por culpa o negligencia inexcusable de la víctima.

### Preguntas:

- ¿Cuáles son los actores presentes en la cadena de valor de la GF?
- ¿Qué es la responsabilidad civil?
- ¿En qué actividades de la cadena de valor de la GD participa la empresa desarrolladora?
- Fabricante, empresa desarrolladora, CFE, cliente.
- La obligación de restablecer el equilibrio que existía entre el patrimonio del autor del daño y el patrimonio de la víctima antes de sufrir el perjuicio.
- Fabricación, Transporte, Instalación, Permiso de Interconexión, Funcionamiento y mantenimiento.

## Contratos en la GD

### Origen de las obligaciones



Contrato



Acto ilícito



Contrato

Al no contar con un contrato, evitamos  
contraer obligaciones.



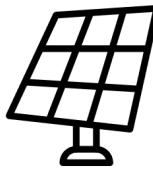
## Elementos de validez de un contrato.



Sujetos



Consentimiento



Objeto

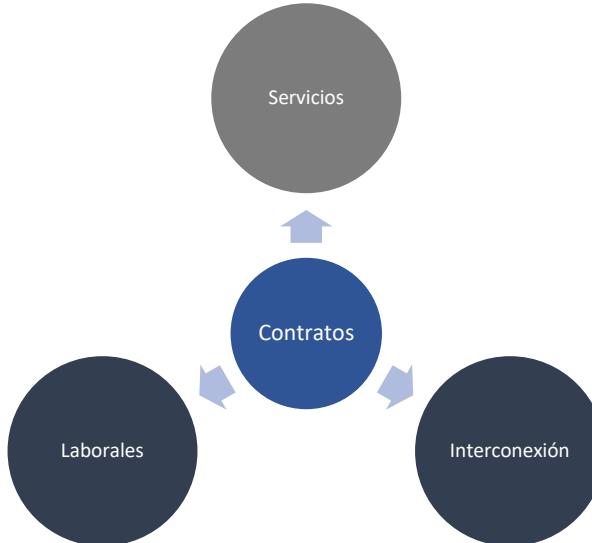


Forma

Artículo 2117.- La responsabilidad civil puede ser regulada por convenio de las partes, salvo aquellos casos en que la ley disponga expresamente otra cosa.

Artículo 1793.- Los convenios que producen o transfieren las obligaciones y derechos, toman el nombre de contratos.

## Tipos de contratos en la GD



## Accidentes de trabajo

Artículo 1935.- Los patrones son responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores sufridas con motivo o en el ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten.

Por tanto, los patrones deben pagar la indemnización correspondiente, según que hayan traído como consecuencia la muerte o simplemente la incapacidad temporal o permanente para trabajar. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrón contrate el trabajo por intermediario.

Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrón contrate el trabajo por intermediario.

Artículo 1936.- Incumbe a los patrones el pago de la responsabilidad que nace de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales, independientemente de toda idea de culpa o negligencia de su parte.

Artículo 1937.- El patrón no responderá de los accidentes del trabajo, cuando el trabajador voluntariamente (no por imprudencia) los haya producido.

Artículo 1924.- Los patrones y los dueños de establecimientos mercantiles están obligados a responder de los daños y perjuicios causados por sus obreros a dependientes, en el ejercicio de sus funciones.

Esta responsabilidad cesa si demuestran que en la comisión del daño no se les puede imputar ninguna culpa o negligencia.

## Acciones legales

Páneles volados

Todo dependerá del caso en específico

¿Instalar paneles fotovoltaicos puede considerarse obra civil?

- Consultora regiomontana fundada con la misión de asesorar jurídicamente en materia energética a los sectores comercial, industrial y de servicios a través de nuestra especialización en el sector energético con 4 años de experiencia en electricidad, código de red y combustibles.



## Financiero y Contabilidad

Dinora Alejandra Alvarado Díaz

### Módulo 15 Análisis Financiero de las instalaciones Solares Fotovoltaicas

#### Objetivo

Este módulo está diseñado para que los participantes desarrollen la habilidad de entender la relación que existe entre estrategia comercial y las decisiones financieras de la empresa, sus implicaciones, y por supuesto los resultados que generan de estas.

#### Análisis Financiero

##### Introducción

El análisis financiero busca obtener algunas medidas y relaciones que faciliten la toma de decisiones se utilizan ciertas herramientas y técnicas con varios fines, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Obtener una idea preliminar acerca de la existencia y disponibilidad de recursos para invertirlos en un proyecto determinado.

Proyectar la situación financiera futura, así como las condiciones generales de la empresa y de sus resultados.

Herramienta para medir el desempeño de la administración o diagnosticar algunos problemas existentes en la empresa.

##### Objetivos del análisis financiero

El principal objetivo del análisis financiero es obtener una serie de datos sobre la situación de la compañía que sirva de información relevante tanto a nivel interno como a nivel externo

##### NIVEL EXTERNO

Para proporcionar la información que necesitan inversores, acreedores, proveedores, clientes y, por supuesto, administraciones públicas. De esta manera, todos los agentes externos podrán conocer la situación actual de la compañía.

## NIVEL INTERNO

Para que tanto los mandos intermedios como los directivos puedan tomar decisiones para corregir el rumbo de la empresa, plantearse nuevas inversiones o saber si pueden acceder a nueva financiación.

## Indicadores Financieros

### Liquidez

Este indicador mide la capacidad de la empresa de generar dinero en efectivo para cubrir los compromisos y obligaciones que se vencen en el corto plazo.

En palabras más sencillas, la liquidez mide la capacidad de pago en efectivo que tiene una determinada compañía.

Cuanto más alto es el indicador de liquidez, pues mayor es la posibilidad de que la compañía sea capaz de liquidar, o cancelar sus deudas, a corto plazo.

### Rentabilidad

Su nombre lo dice, mide la rentabilidad de la empresa en el tiempo, es decir, que determina su grado de sostenibilidad.

Para que un negocio sea rentable y sostenible es necesario llevar a cabo una excelente administración de los costos y gastos, con la finalidad de que puedan convertirse en utilidad. En pocas palabras, el indicador de rentabilidad mide las utilidades o ganancias de la compañía.

Sin duda, los negocios rentables ameritan una administración impecable y un excelente manejo de los recursos.

### Endeudamiento

También es conocido como indicador de estructura de capital, y mide la capacidad que tiene la compañía de contraer obligaciones que le permitan financiar sus inversiones y operaciones con su propio capital.

De modo que con este índice financiero se evalúa la capacidad de atender sus obligaciones en función de su patrimonio.

Destaca que los altos índices de endeudamiento son favorecedores cuando la tasa de rendimiento de los activos totales supera al costo promedio de la financiación.

## Financiero y Contabilidad

Dinora Alejandra Alvarado Díaz

### Módulo 16 Rentabilidad y ahorro

#### Objetivo

El participante reconocerá la factibilidad jurídica y rentabilidad de las empresas y sistemas fotovoltaicos; reconocerá el beneficio económico de una instalación solar.

#### IMPUESTO SOBRE LA RENTA (ISR)

El impuesto sobre la renta (ISR) es un impuesto que se aplica a los ingresos adquiridos, con excepción de las herencias y las donaciones. Se trata de un impuesto directo, pues grava directamente las fuentes de riqueza. El ISR se aplica tanto a personas físicas como a personas morales

A todos los ingresos se les pueden restar las deducciones aprobadas por ley. Sobre la cantidad restante es que se deberá calcular el impuesto. Si bien el pago del ISR es anual, se deben realizar pagos mensuales provisionales.

#### Tipos de Figuras Fiscales

##### Personas físicas (asalariados).

Las personas físicas que cuentan con un trabajo en un establecimiento, con horario, y por el cual reciba una remuneración y prestaciones directas del patrón (imss, vales de despensa, fondo de ahorro).

Solo pueden deducir:

- Seguros de gastos médicos
- Colegiaturas
- Honorarios médicos y dentales
- Intereses reales por créditos hipotecarios.

##### Personas físicas con actividad empresarial.

Son aquellas que realizan una actividad independiente, emiten recibos de honorarios, y/o facturas; fungen como agentes externos, comisionistas, prestadores de servicios, comercializadores o arrendadores de muebles e inmuebles.

Deduzcan cualquier cosa que sea indispensable para la prestación de su servicio (además de las deducciones personales).

## Personas morales.

Es la unión de dos personas físicas o más para en conjunto ser representadas por una sociedad jurídica, se distinguen por la etimología: SA, SA DE CV, S DE RL DE CV, SC, etc.

- Deducen cualquier cosa que sea indispensable para la prestación de su servicio.

## Tipos de Deducciones

### Gastos

Los gastos deducibles son aquellos que se relacionan a la generación de ingresos de una empresa. Es decir, todos aquellos relacionados a la actividad del negocio.

Dicho de otra forma, los gastos deducibles son todos aquellos que sean “gastos útiles”, necesarios y pertinentes para producir la utilidad o beneficio.

### Activo fijo

Activo fijo es el conjunto de bienes tangibles que utilicen los contribuyentes para la realización de sus actividades y que se demeritan o pierdan valor por el uso en el servicio del contribuyente y por el transcurso del tiempo.

La adquisición o fabricación de estos bienes tendrá SIEMPRE como finalidad la utilización de los mismos para el desarrollo de las actividades del contribuyente, y no la de ser enajenados.

### Cálculo del impuesto

	Ingresos	\$	50,000.00			Ingresos	\$	50,000.00
(-)	Gastos	\$	40,000.00			(-)	Activos	\$ 20,000.00
		\$	10,000.00	Utilidad		(-)	Gastos	\$ 25,000.00
								\$ 5,000.00 Utilidad
	Ingresos	\$	40,000.00					
(-)	Gastos	\$	50,000.00					
		-\$	10,000.00	Perdida				

A menor utilidad, menor pago de impuestos.

ARTICULO	M.O.I.	% DEPREC.	DEPREC. ANUAL	DEPREC. MENSUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DEP. 2019
\$ March 2019	130,000.00	25%	32,500.00	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	2,708.33	32,500.00	

Según el tipo de activo es el porcentaje anual a deducir  
Artículo 34 ISR.

## Articulo 34

### Fracción XIII

Maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente: 100%.

Son fuentes renovables aquéllas que por su naturaleza o mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial, de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Asimismo, se considera generación la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía.

### Condiciones de la Deducción al 100%

Vida útil mínima de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción.

## Articulo 31

### ISR

El monto original de la inversión comprende, además del precio del bien, los impuestos efectivamente pagados con motivo de la adquisición o importación del mismo a excepción del impuesto al valor agregado, así como las erogaciones por concepto de derechos, cuotas compensatorias, fletes, transportes, acarreos, seguros contra riesgos en la transportación, manejo, comisiones sobre compras y honorarios a agentes aduanales.

Las inversiones empezarán a deducirse, a elección del contribuyente, a partir del ejercicio en que se inicie la utilización de los bienes o desde el ejercicio siguiente.

## Artículo 36

### ISR

Las reparaciones, así como las adaptaciones a las instalaciones se considerarán inversiones siempre que impliquen adiciones o mejoras al activo fijo. En ningún caso se considerarán inversiones los gastos por concepto de conservación, mantenimiento y reparación, que se eroguen con el objeto de mantener el bien de que se trate en condiciones de operación.

### Retorno de Inversión

El ROI, que por sus siglas en inglés significa Return On Investment, hace referencia a la métrica que expresa la relación entre lo invertido en un negocio y el beneficio obtenido proveniente de dicha inversión.

Suele utilizarse a menudo para calificar si la inversión vale la pena desde el punto de vista financiero.

El período de retorno simple se calcula al dividir el precio del sistema entre los ahorros anuales.

### Retorno de Inversión Simple

El período de retorno simple se calcula al dividir el precio del sistema entre los ahorros anuales.

Costo del sistema: \$8,820

Ahorro anual: \$1,396

$$\text{Período de retorno} = \$8,820 / \$1,396 = 6.3 \text{ años}$$

Considerando que los paneles solares tienen una vida útil de alrededor de 25 años, esta inversión provee casi 19 años de energía gratuita después de periodo de retorno.

## Retorno de Inversión ISR

El período de recuperación de la inversión es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial.

Para calcularlo se usa la siguiente fórmula:

$$a + \frac{(b - c)}{d}$$

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión Inicial.

c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

## Ahorro

- Beneficios de ahorro adicionales
- Contrato PPA.

## Cuenta de inversión de energías renovables (“CUFIN VERDE”)

Las personas morales que se dediquen exclusivamente a la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente, en el ejercicio en que apliquen la deducción prevista en el artículo 34.

Para efectos del cálculo de la cuenta de utilidad por inversión en energías renovables, en lugar de la utilidad fiscal neta del ejercicio a que se refiere el artículo 77 de esa Ley, se adicionará la utilidad por inversión en energías renovables del ejercicio.

**Art. 77-A LISR**

## Crédito fiscal por equipos de alimentación para vehículos eléctricos

Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes del impuesto sobre la renta, consistente en aplicar un crédito fiscal equivalente al 30% del monto de las inversiones que en el ejercicio fiscal de que se trate, realicen en equipos de alimentación para vehículos eléctricos, siempre que éstos se encuentren conectados y sujetos de manera fija en lugares públicos, contra el impuesto sobre la renta que tengan a su cargo en el ejercicio en el que se determine el crédito.

**Art. 204 LISR.**

Cuando dicho crédito sea mayor al impuesto sobre la renta que tengan a su cargo en el ejercicio fiscal en el que se aplique el estímulo, los contribuyentes podrán acreditar la diferencia que resulte contra el impuesto sobre la renta que tengan a su cargo en los diez ejercicios siguientes hasta agotarla. En el caso de que el contribuyente no aplique el crédito en el ejercicio en el que pudiera hacerlo, perderá el derecho a acreditarlo en los ejercicios posteriores y hasta por la cantidad en la que pudo haberlo efectuado.

## Estímulo fiscal a la investigación y desarrollo de tecnología.

Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes del impuesto sobre la renta que efectúen proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, consistente en aplicar un crédito fiscal equivalente al 30% de los gastos e inversiones realizados en el ejercicio en investigación o desarrollo de tecnología, contra el impuesto sobre la renta causado en el ejercicio en que se determine dicho crédito. El crédito fiscal no será acumulable para efectos del impuesto sobre la renta. Para los efectos del párrafo anterior, el crédito fiscal sólo podrá aplicarse sobre la base incremental de los gastos e inversiones efectuados en el ejercicio correspondiente, respecto al promedio de aquéllos realizados en los tres ejercicios fiscales anteriores.

**Art. 202 LISR**

## Estímulo fiscal CDMX

- Reducción de 55% de Impuesto Sobre Nóminas
- 30% por Predial
- 80% sobre adquisición de inmuebles.

Las empresas que acrediten que iniciaron operaciones en los sectores de alta tecnología, tendrán derecho a una reducción de los porcentajes entes mencionados. Para la obtención de la reducción, las empresas deberán presentar una constancia de la Secretaría de Desarrollo Económico, con la que se acredite que la empresa de que se trate, tiene como objeto social la innovación y desarrollo de bienes y servicios de alta tecnología, en áreas como las relativas a desarrollo de procesos y productos de alta tecnología; incubación de empresas de alta tecnología; sistemas de control y automatización; desarrollo de nuevos materiales; tecnologías; informáticas; telecomunicaciones; robótica; biotecnología; nuevas tecnologías energéticas y energías renovables; tecnologías del agua; tecnología para el manejo de desechos; sistemas de prevención y control de la contaminación y áreas afines.

**Art. 279 CFF de CDMX**

## Vehículos eléctricos

En la mayoría de los estados, los vehículos eléctricos no pagan tenencia, por lo que hay un importante beneficio en costos cada año. \* CDMX 0% \* Estado de México 0% de los primeros 5 años, los siguientes 5 años reducción del 50%

Los vehículos eléctricos, dada las tecnologías utilizadas para su propulsión y el no producir emisiones contaminantes, están exentos del programa de verificación vehicular que implica revisión de emisiones semestrales y la restricción del programa “hoy no circula”.

Los vehículos eléctricos, dada las tecnologías utilizadas para su propulsión y el no producir emisiones contaminantes, están exentos del programa de verificación vehicular que implica revisión de emisiones semestrales y la restricción del programa “hoy no circula”.

## Elementos y Dimensionamiento Sistemas a baterías

David Rangel Sutti

### Módulo 17 Componentes de un Generador fotovoltaico aislado o a baterías

#### Objetivo

Dar elementos y criterios para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos a baterías que permitan tomar decisiones adecuadas de negocio

#### Paneles

Los primeros paneles fotovoltaicos fueron hechos siempre vinculados a la necesidad de almacenar energía, los sistemas a baterías operan en voltajes nominales, tradicionalmente de 12V, 24V y 48V, para que un panel solar pueda realizar la carga de las baterías se requiere inyectar corriente en un voltaje mayor al voltaje existente en la batería.

Actualmente los voltajes y la carrera del incremento de Potencia en los paneles limitan la operación de Controladores de Carga tradicionales o PWM y este tipo de paneles hacen sin duda más amigable la convivencia con los controladores MPPT.

Los **sistemas aislados** deben de considerar más puntos para su dimensionamiento que los sistemas de interconexión a la red.

- Potencia total del sistema, es decir la suma de todas las cargas de los equipos o enseres en el sitio de la instalación. (KW)
- Consumo diario del sitio en KWh.
- Reserva en días de banco de energía (nunca hacerlo por un día, recomendado 2.5).
- Considerar la irradiación mínima del período para tal efecto.
- El ritmo de descarga de las baterías no es lo mismo C2, que C100, eficiencia baterías.
- Eficiencia del inversor.
- Eficiencia del Controlador de carga.
- Eficiencia del pan
- Efectos externos, como temperatura.
- ¿Se ampliará el sistema?, ¿hay posibilidades de CFE en el futuro?

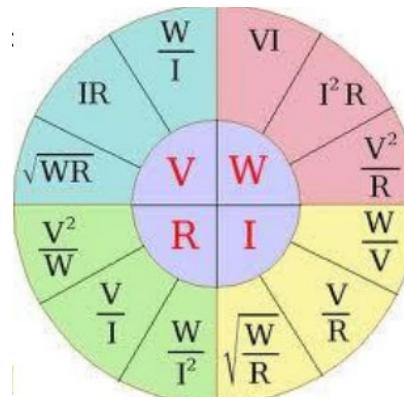
## Sugerencias para DIMENSIONAMIENTO...

1. Sistemas menores a 1kWh  
diseñar sistemas de 12V
2. Sistemas entre 1kWh y 3 kWh  
diseñar sistemas de 24V
3. Sistemas mayores diseñar  
sistemas de 48V
4. Nunca, nunca, nunca más de 3  
arreglos en paralelo
5. Todos los pasos de corriente se  
protegen 5 puntos
6. Como en estos sistemas  
brincamos de VCD, de paneles a  
VCD de baterías y VCA de salida del inversor, se sugiere diseñar en W y  
Wh no en A ó Ah
7. Monitoreo o rastreo de información

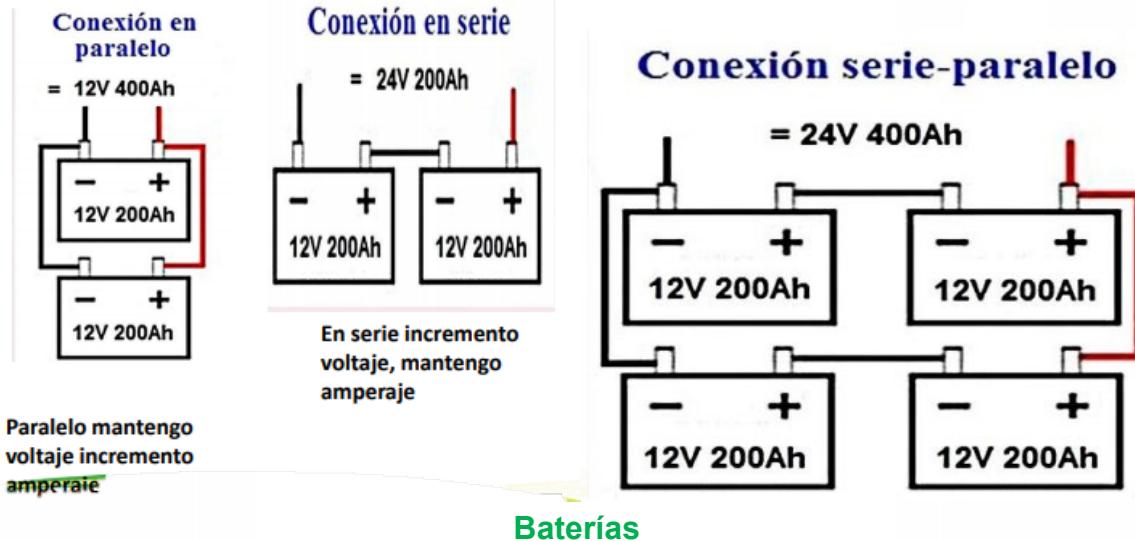


## Ley de OHM, para un diseño básico se requiere lo siguiente.

- La Potencia W, Watts, se calcula multiplicando Volts, V, por corriente I.  $W=V*I$
- El Voltaje V, se calcula dividiendo Potencia Watts entre Corriente I,  $V= W/I$
- La corriente I (en Amperes) se calcula dividiendo la Potencia Watts entre Voltaje  $I=W/V$
- $I=4500W / 220V$
- $I=4500W / 110V$
- $I=4500W / 48V$
- $I=4500W / 12V$



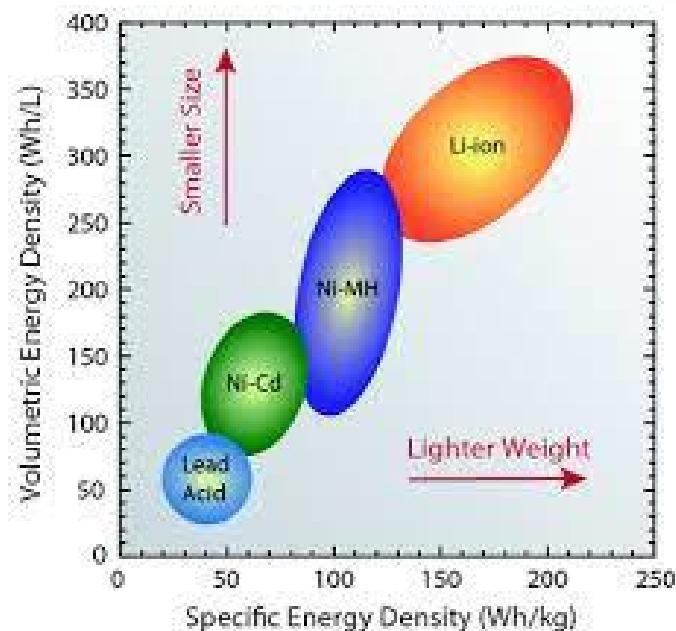
## Conexión en Serie o en paralelo



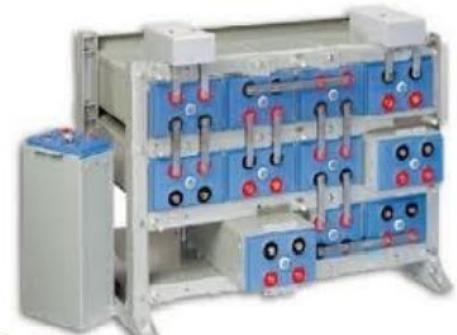
**El almacenamiento** en cualquier sistema con reserva se realiza en baterías, que hay de diferentes tipos...

De plomo ácido que son las más tradicionales y que siguen siendo de las más populares, derivadas de estas tecnologías hay **AGM**, **Gel**, **OPZV** y **OPZS**.

¡Las nuevas tecnologías se encaminan hacia iones de litio de diferentes componentes, **SIENDO EL Ferro Fosfato de Litio** el único componente no flamable!



¿Qué calidad quiero manejar?



¿Qué quiere mi cliente y que puede pagar?



## ¿Qué información debo analizar de una ficha técnica de una batería?



**Rolls**  
FLOODED DEEP CYCLE BATTERY



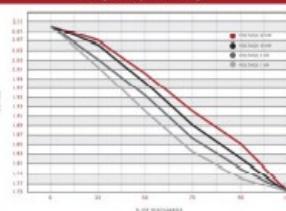
S6 L16-SC

Specifications		
	Weight	56.5 kg 124.3 lbs
	Length	39.8 cm 12.5"
	Width	18.1 cm 7.13"
	Height Inc. Term	42.55 cm 16.75"
Product measurements & weights are calculated based on sample data. Individual specifications are subject to vary due to the manufacturing process, battery components & electrolyte levels.		
<b>Charge</b>		
Charge Voltage Range: 2.45-2.5 Vcell @ 25°C (77°F) Float Voltage Range: 2.25 Vcell @ 25°C (77°F)		
Recommended Charge Current Capacity (String): 55 A Maximum Charge Current (String): 95 A Self-Discharge Rate: 5%-10% per month at 25°C (77°F)		
<b>Capacity</b>		
Cold Crank Amps (CCA) 0°F / -37°C: 1169 Marine Crank Amps (MCA) 32°F / 0°C: 2462 Reserve Capacity (RC @ 25A): 943 Minutes Reserve Capacity (RC @ 73A): 249 Minutes		
<b>Hour Rate</b> ⓘ 100 Hour Rate: 560 AH ⓘ 72 Hour Rate: 545 AH ⓘ 50 Hour Rate: 526 AH ⓘ 20 Hour Rate: 487 AH ⓘ 15 Hour Rate: 458 AH ⓘ 10 Hour Rate: 438 AH ⓘ 8 Hour Rate: 419 AH ⓘ 5 Hour Rate: 368 AH ⓘ 1 Hour Rate: 229 AH	<b>Capacity / AMP Hour</b> 5.60 A 7.58 A 10.52 A 24.35 A 30.52 A 43.83 A 52.35 A 93.94 A 228.89 A	<b>Current / AMPS</b> ⓘ 100 Hour Rate: 5.60 A ⓘ 72 Hour Rate: 7.58 A ⓘ 50 Hour Rate: 10.52 A ⓘ 20 Hour Rate: 24.35 A ⓘ 15 Hour Rate: 30.52 A ⓘ 10 Hour Rate: 43.83 A ⓘ 8 Hour Rate: 52.35 A ⓘ 5 Hour Rate: 93.94 A ⓘ 1 Hour Rate: 228.89 A
Ampere hour capacity ratings based on specific gravity of 1.280 at 25°C (77°F). Reduce capacities 5% for specific gravity of 1.265 and 10% for 1.250.		



Cycle Life vs. Depth of Discharge

This graph shows the number of cycles versus the depth of discharge (DoD) for the battery. The x-axis represents the percentage of DoD from 0% to 100%, and the y-axis represents the number of cycles from 0 to 5000. The curve starts at approximately 4500 cycles at 0% DoD and decreases rapidly, leveling off around 1000 cycles at 100% DoD.



Voltage vs. Depth of Discharge

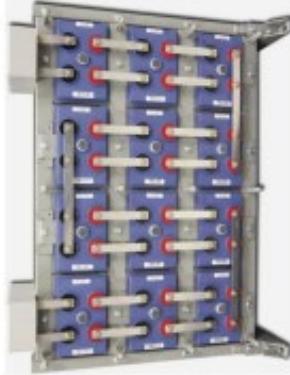
This graph shows the battery voltage in Volts (V) versus the percentage of DoD from 0% to 100%. Four curves are shown for different discharge rates: 100hr, 72hr, 50hr, and 20hr. All curves start at approximately 2.45V at 0% DoD and decrease linearly towards 1.75V at 100% DoD. Higher discharge rates result in lower final voltages.

- El ritmo de descarga, no es el mismo a 100hrs. Que, a 1 hora, analizar en función de la instalación.
- Corriente máxima de carga por hora.
- Ciclos con la profundidad de descarga diseñada,
- Afectación por temperatura.

Rev.#2 | May 2018

## OutBack POWER® EnergyCell RE High Capacity Series

2V VRLA AGM BATTERY



### Three Reasons to Choose the EnergyCell RE Series from OutBack Power

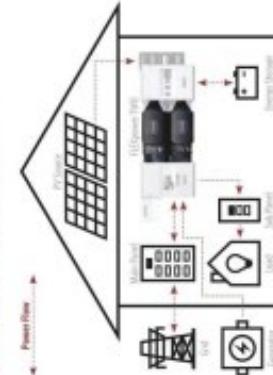
#### 1. PURPOSE-BUILT

- Designed for off-grid or grid-tied battery backup residential and light commercial applications
- 1,800 cycles @ 50% depth of discharge
- Space-saving flat standard 48V system configuration
- Battery frame design allows for maximum heat dissipation
- 100% out-of-box initial battery capacity

#### 2. EASY-TO-INSTALL AND MAINTAIN

- VRLA-AGM technology means 99.9% gas recombination efficiency, no gassing, resulting in no cells, no AC, resulting in 90% of normal connection, and no regular charge and maintenance standard operating conditions.
- Stand module design cells factory installed in permanent steel modules with 1 or 2 cells per case, allowing for ease of replacement
- Space and top termination, optional side termination
- Clear flame retardant front safety shield allows for easy visual inspection without removal of cells
- Flame retardant battery can for increased safety performance data
- Batteries and power electronics can be installed in the same room

### OutBack EnergyCell RE High Capacity Series Typical System Integration:

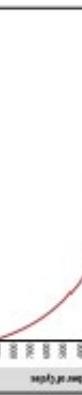


#### 3. SINGLE-BRAND SYSTEM SOLUTION

- Designed to work seamlessly with OutBack power conversion equipment
- Easy of operating with SystemEdge package configurations—
  - To learn more visit [www.outbackpowersys.com](http://www.outbackpowersys.com)
  - Single point of contact for all technical system inquiries
  - Quality and reliability from OutBack Power ensures customers receive the best technologies for renewable energy systems in the market today



2V EnergyCell RE Capacity Test Graph



2V EnergyCell RE High Capacity Cycle Life



2V EnergyCell RE Capacity Test Graph at 27°F (20°C)

#### STORE THE ENERGY

- EnergyCell RE, Grid-tie and Off Grid Batteries
- Battery Enclosures and Racking

#### MAKE THE POWER

- SystemEdge Integrated Systems
- FrequentCharger & Charge Controllers

#### MANAGE THE SYSTEM

- OPTiCS® System Monitoring and Control
- MATE® System Display and Communications

## ¿Qué sigue?

El Almacenamiento de energía, como valor agregado



## ¿Qué hay detrás del costo?



### MODEL NAME

Total Amp.

Unidades necesarias

Amperes disponibles en 2 hr.

Kwh disponibles en 2 horas

Eficiencia de operación

Círculos de vida

Kwh disponibles al 80% de vida

Costo de banco de baterías en USD.

COSTO DEL KILOWATT EN DOLARES



### SIMPLIPHI 3.5KW

69 @ 48V

1	
55.2	
2.65	
98%	
10,000.00	
21,200.00	
\$ 4,240.00	\$ 2,592.72
\$ 0.20	\$ 0.43

### Outback NC 200

200@12V

4	
60	
2.88	
95%	
2,600.00	
5,990.40	
\$ 2,592.72	
\$ 0.43	

## ¿Cómo dimensiono un banco de baterías?

### Cosas que debo conocer:

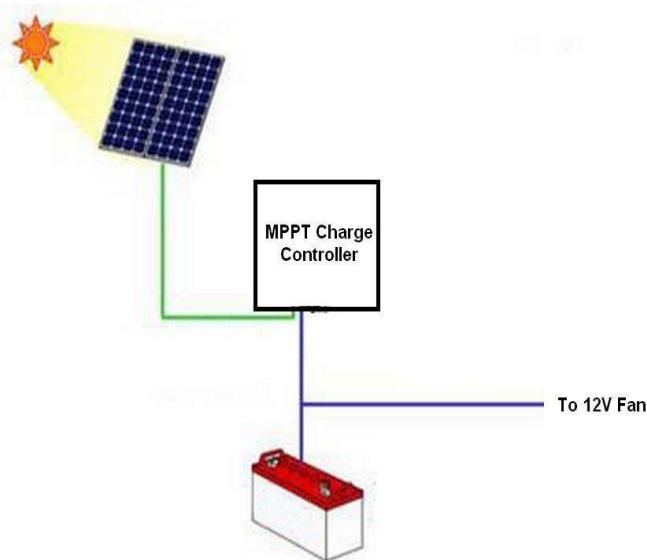
- El consumo diario promedio en Wh
- El voltaje nominal del sistema 12, 24, 36, 48 ó 60V
- La profundidad de descarga de la batería, 50%, 80%
- Días de respaldo



**Sistema de regulación**

**Regulador o Controlador de carga** es el equipo que nos permite cargar el banco de baterías de una manera adecuada.

Hay dos tipos Básicos de controladores de carga:



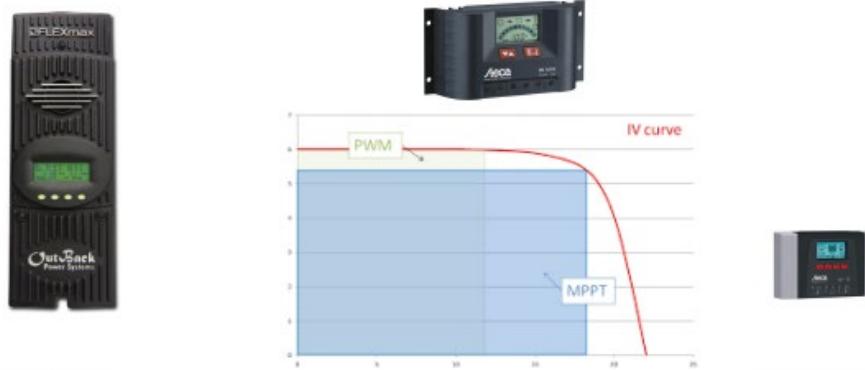
### PWM

(Pulse Width Modulation), modulación por ancho de pulso, que básicamente cargan la batería con los mismos valores de corriente que reciben del panel.

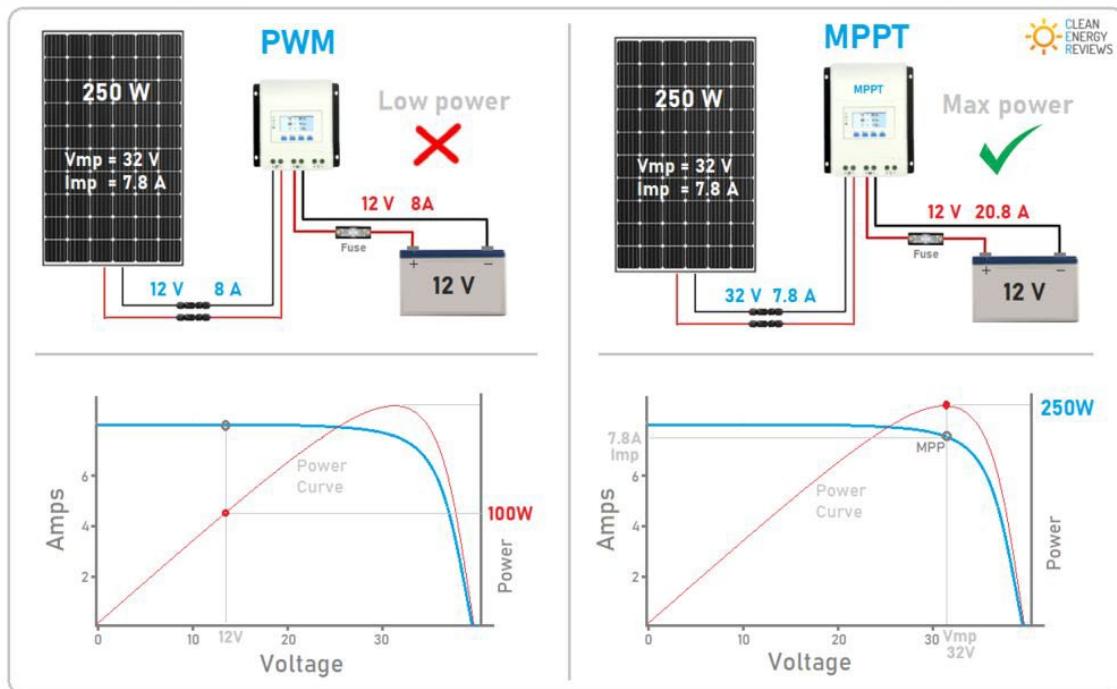
### MPPT

Son controladores (Maximum Power Point Tracking) Seguidor del punto de máxima potencia, es un controlador que está configurado por medio de un algoritmo que permite encontrar el punto óptimo entre voltaje y corriente para brindar la mayor carga posible a las baterías.

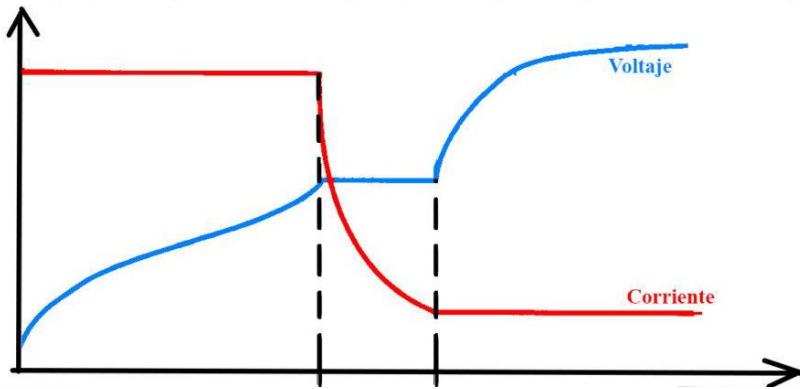
## Regulador



¿Cómo regula un controlador de carga el voltaje y corriente?



This comparison highlights the problem with using a higher voltage solar panel on a 12V battery without MPPT



# Diplomado y Certificado para Profesionales en Energía Fotovoltaica



**FLEXmax™**

Reguladores de carga con seguimiento continuo del punto de potencia máxima



## FLEXmax™ Especificaciones

	<b>FLEXmax® 80 - FMA-120 VCC</b>	<b>FLEXmax® 60 - FMA-120 VCC</b>
Voltajes nominales de la batería	12, 24, 36, 48 o 60 VCC (Instalación interior, seleccionable mediante programación en campo en la puerta en marcha)	
Corriente de salida máxima	80 A a 40°C (194 °F) con límite de corriente ajustable	60 A a 40°C (104°F) con límite de corriente ajustable
Solar recomendado según estadio	90 A a 40°C (104°F) con límite de corriente ajustable	
NMC Placa de identificación integrada	sistema de 12VCC, 100Watts/1 sistema de 24VCC, 200Watts	sistema de 48VCC, 3000Watts, sistema de 60VCC, 3000Watts
STC de consumo máximo		
Voltaje PV de circuito abierto	150 VCC (máximo absoluto en las condiciones más frías) / 145 VCC en la cuesta en marcha y máxima operación	
Consumo de energía en modo de reposo	Menos de 1 vatios ópticos	Menos de 1 vatios ópticos
Efectividad de conversión de energía	97.5% a 80 A, CC en un sistema de 48 VCC, típico	98.1% a 60 A, CC en un sistema de 48 VCC, típico
Regulación de carga		
Punto de trabajo de regulación del voltaje	13 VCC a 80 VCC, ajustable por el usuario con protección por comutación	
Carga de actualización	Duración y punto de ajuste de voltaje programables, limitación automática una vez cumplida la larga	
Compensación de temperatura de la batería	Autonomía con sensor remoto de temperatura (RTS) opcional instalado, 3.0 mV por °C, por cada célula de batería de 2V	
Capacidad de reducción de voltaje	Comunicación de reducción constante voltaje del conjunto adaptado a cualquier voltaje de batería.	
Salida de control auxiliar	Ejemplo: Un surtido de 12 VCC, una latencia de 24 VCC, un par de 60 VCC y una latencia de 48 VCC.	
Voltaje de estado	Panel de LCD retroiluminado de 8 cm (3.1) pulgadas con un total de 80 caracteres alfanuméricos	
Regulador y visor remotos	MATE, MATE o MATE2 opciones con puerto serie de comunicaciones RS232	
Cableado de red	Sistema de red de propiedad exclusiva que utiliza conexiones modulares RJ-45 con cables CAT5 (8 hilos)	
Registro de datos	Uso de 128bytes de operación, almacenamiento, catorce canales, temporización, voltios, amperios, voltaje del conjunto	
Intervalo de temperatura operativa	Uso de 35 mm (1 3/8") en la parte posterior, ancho de 35 mm (1 3/8") en el lado izquierdo y de 35 mm (1 3/8") en la parte inferior	-40 a 60°C (función automática de potencia) por encima de los 40°C
Clasificación ambiental	Tipo 1, para interiores	Tipo 1, para interiores
Trinqueteros de conducto	Uno de 35 mm (1 3/8") en la parte posterior, ancho de 35 mm (1 3/8") en el lado izquierdo y de 35 mm (1 3/8") en la parte inferior	
Ganancia	5 años de garantía extendida, ampliable a 10 años	
Peso	12.20 lbs (5.56 kg)	11.65 lbs (5.3 kg)
Unidad	15.5 lbs (7.0 kg)	14.90 lbs (6.8 kg)
Dimensiones (An. x Al. x Prof.)	16.25 x 5.75 x 4.5" (41.3 x 14.6 x 11.4 cm)	16.25 x 5.75 x 4.5" (41.3 x 14.6 x 11.4 cm)
Opciones	Envío 19 x 9.5 x 8.5" (48.3 x 24.1 x 21.6 cm)	17 x 9.5 x 8.5" (43.4 x 24.1 x 21.6 cm)
Idiomas del menú	Sensor remoto de temperatura (RTS), HUB4, HUB10, MATE, MATE2, MATE2	
Certificaciones	Inglés e español	
	ETL, Listado en UL1741, CSA C22.2 N°107.1	
	Available From:	

	<b>FLEXmax® 80 - FMA-120 VCC</b>	<b>FLEXmax® 60 - FMA-120 VCC</b>
Corporative Office:		
Europe Office:		
America Office:		
Latin American Office:		
All Office:		

**La familia FLEXmax de OutBack Power es la innovación líder de la industria en reguladores de carga con seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El algoritmo innovador para seguimiento del punto máximo de potencia (MPPT) de FLEXmax es continuo y activo, aumenta el rendimiento de la energía del conjunto fotovoltaico en hasta un 30% en comparación con otros reguladores que no cuentan con la tecnología MPPT. Dado el sistema de enfriamiento por administración térmica inteligente y activo, los dos reguladores de carga FLEXmax pueden operar en su máximo valor nominal de corriente, de 60 A u 80 A, en entornos con temperaturas ambientales elevadas de 40°C (104°F). Todos los reguladores de carga FLEXmax contienen las características revolucionarias desarrolladas primordialmente por OutBack Power; entre ellas, se incluyen la aceptación de una amplia gama de voltajes nominales de batería y la capacidad de reducir el voltaje más alto de un conjunto solar para recargar un**

**banco de baterías de menor voltaje. Un visor retroiluminado de 80 caracteres muestra, con solo tocar un botón, el estado actual y un resumen de los datos de desempeño del sistema durante los últimos 128 días, así como comunicaciones de red integrada y remoto de los reguladores y el monitoreo de los sistemas de regulación por administración térmica inteligente y activa. Los dos reguladores de carga FLEXmax proporcionan una integración total del sistema impulsable.**

**Los reguladores de carga MPPT de FLEXmax son la única opción si usted exige excelencia en desempeño, efficiencia y ventavidad de carga para su sistema de energía de avenida.**

**OutBack  
POWER™**  
Power  
of the Future.  
[www.outbackpower.com](http://www.outbackpower.com)

## Cosas que debo conocer para dimensionar un CC

- Potencia y VOC del panel
- Eficiencia del CC
- Horas útiles de sol en la instalación (mínimas)
- Límites de W y VOC del CC
- Amperes necesarios para nuestro sistema.
- Si no se conoce el Voltaje de Carga usar el voltaje nominal +3



## Convertidor o Inversor

En principio los inversores aislados, eran solo eso, un inversor aislado, eventualmente fueron evolucionando para hacerse interactivos con la red, o crecieron sus posibilidades al poder tener varias fuentes de energía o varias funciones, como cargadores de baterías conocidos como inversores cargadores, se le integraron "transfer", que sirve para inversores interactivos con la red, permitiendo ser excelentes **UP'S**. Es importante entender que los inversores se pueden poner en serie o en paralelo.

**Los posibles métodos de operación son:**

- Solamente aislado
- Interactivo con la Red (aprovechando el exceso de energía una vez que las baterías están llenas)
- Operación con generador de respaldo dentro y fuera de la red
- UP'S
- Grid Zero, o cero inyección
- Peak Shave, se utiliza para evitar los cargos por picos de demanda
- Mini Grid, actúa con otras fuentes siendo en ocasiones el sistema a baterías el que hace la parte de Red



## Solamente Aislado

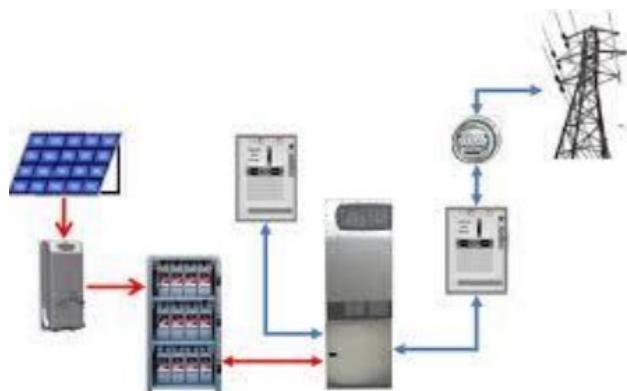
**Es el sistema más tradicional:**

Consiste en paneles solares, controlador de carga, baterías y el inversor, si el inversor es de onda quebrada o senoidal modificada, no son escalables y se utilizan para aplicaciones sencillas o pequeños centros de consumo, hay variantes que ya incluyen el controlador de carga y un pequeño display con información básica, las soluciones más sofisticadas, son monitoreables vía internet, el componente más caro, son las baterías en este y en cualquier sistema a baterías.



## Interactivo con la Red o híbrido

**Es un sistema aislado sofisticado** que se desarrolla con los beneficios de los dos principios el de almacenamiento de energía y el de interconexión a la red, estos sistemas tienen una prioridad que es mantener el banco de baterías cargado, y cuando este está en niveles óptimos el resto de la energía se vende a la red como cualquier sistema tradicional. En cuanto hay una falla de red, de una de las fases, problemas de frecuencia o variaciones abruptas de voltaje el equipo se aísla en una o en todas las fases y toma energía de las baterías hasta agotarse o hasta que regresa el servicio de RED.



## Operación con Generador de respaldo

**Este sistema ofrece una redundancia** de protección contra la perdida de energía de las baterías, ya sea en un sistema aislado o en un sistema interactivo con la RED, en los sistemas interactivos son utilizados por hospitales, bancos de sangre, grandes servidores de datos. Una vez que las baterías llegan a su límite inferior de carga el mismo sistema dispara el arranque del generador que hace dos funciones, uno alimentar al inversor cargador para la carga de las baterías y brindar servicio a las cargas requeridas, como regla de dedo el generador debe de ser del doble de la capacidad del inversor.



## UPS

**Este sistema**, es para respaldo puro con inversores a baterías que alimentan circuitos críticos en caso de apagón, coordinándose o no con generador de respaldo, normalmente las baterías son cargadas con la red eléctrica. Es una buena solución cuando un cliente tiene ya un sistema fotovoltaico operando y requiere proteger cargas específicas, en este caso el inversor al dejar de recibir energía en el circuito de alimentación se aísla y opera con baterías.



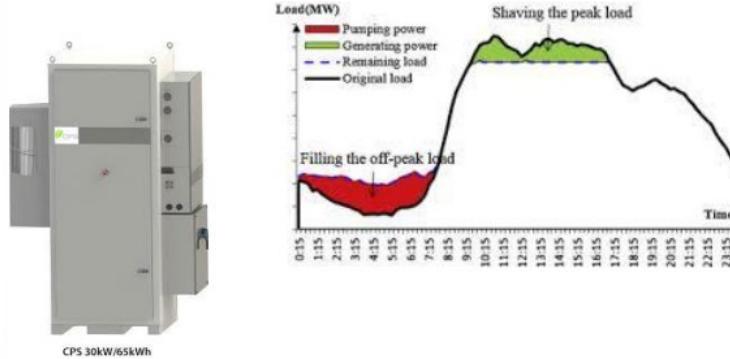
## Grid Zero o Cero inyección

**Este modo de operación** surge cuando en algunas redes se prohibió inyectar a la red inclusive se penaliza monetariamente en algunas redes la inyección. Para este efecto se desarrollaron mecanismos para no inyectar, pero tener el beneficio de la energía solar, esta modalidad surgió en los inversores híbridos a baterías, pero actualmente hay varios inversores de interconexión con esta modalidad, solo que los de interconexión, no acumulan y se desperdicia el excedente, con sistemas a baterías se puede acumular cuando hay sobre producción y administrar el resto de la jornada el consumo de energía, al estar interconectados a la red se tiene el beneficio, que si se agotan las baterías se recibe energía de la red para las cargas del sitio y/o baterías.



## Peak Shave

**Es un modo de operación que permite inyectar a la red**, cuando nuestra demanda de energía es superior a un cierto límite en México sirve para cuando tenemos demanda contratada en KW, y si es excedido este límite se reflejan cobros punitivos por un período de tiempo, de esta manera evitamos cobros o excedernos de cierta demanda en sistemas limitados de capacidad para brindar un incremento de demanda. Y es posible solo mediante el almacenamiento de energía que se libera en el punto crítico de un incremento de demanda de potencia.



## Packs:

Son Inversores a Baterías, que vienen en paquete junto con un sistema de almacenamiento, con algún paquete de baterías normalmente de algún ion de Litio.

### Ventajas:

- Fácil instalación.
- Un solo sitio de compra
- No hay que pensar mucho
- Facilidad de crecimiento

### Desventajas:

- Compatibilidad de red (ojo fase dividida vs. trifásico)
- Funciones limitadas
- Poca flexibilidad
- Limitadas a litio.

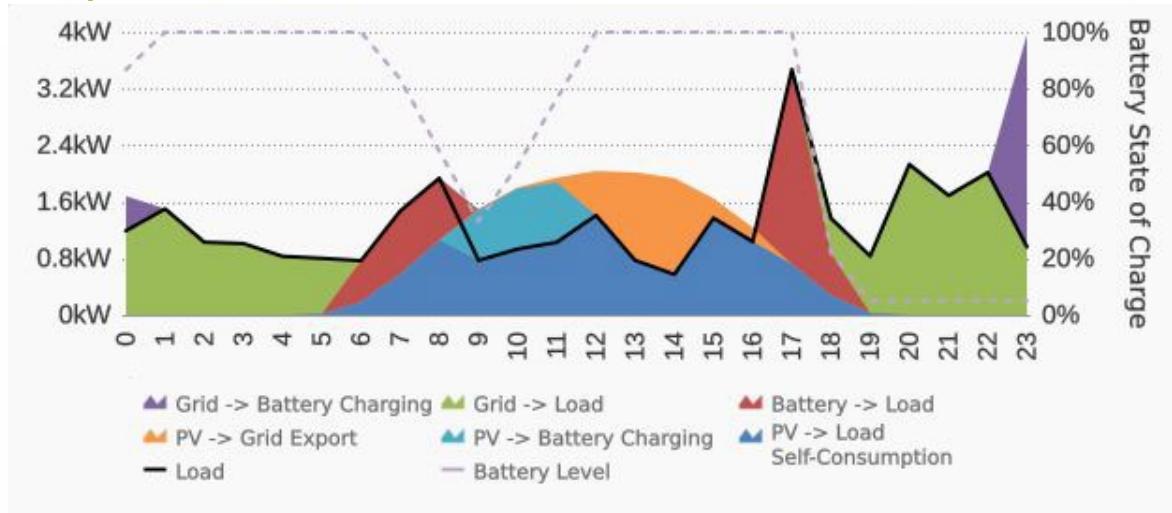


## MINI GRID:

**Sistema normalmente aislado**, donde el inversor a baterías hace la función de red, propiciando la operación conjunta de generadores o fuel cells, eólico o mini hidro, en realidad es una integración de varios sistemas en uno. África actualmente está creciendo su electrificación con mini redes de alguna manera es el futuro sustentable del mundo que la energía se genere en el sitio que se consume aprovechando las fuentes renovables, entregando en AC ó DC, siendo las baterías y los inversores a baterías el compensador del sistema.



### Comportamiento de un sistema híbrido



**El cableado** en un sistema aislado o a baterías es tan importante, en cualquier otro sistema eléctrico.

Si bien la **NOM-001-SEDE-2012**, No especifica los niveles y tipos de conexión específicamente para los sistemas aislados podemos tomar las consideraciones en la tabla, de la misma norma para 90°C en Cobre

**RHH / RHW-2XLPE:** Cable de cobre suave, 600V, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (**XLPE**)

**THHL: UL 83 Y (File E172775)** resistente al aceite y/o gasolina 600V

**XHH / XHHW-2: UL 1581** Exposición a la flama

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
TW	RHW	RHH		TW	RHW	RHH	
UF	THHW	THHN		UF	THHW	THHN	
	THW	XHH			THW	XHH	
	XHHW	XHHW			XHHW	XHHW	
Cobre				Aluminio			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

## Cable solar

Nominal voltage	1,5kV DC and 1,0kV AC (max. operating vo 1,8kV DC)
Maximum permitted operating voltage	1,8kV DC (2,0 kV DC internal examination)
Test voltage	6,5kV AC / 15kV DC (5 minutes water bath, 20±5°C)
Strand construction	Tin-plated copper (electrolytic copper), fine wire acc. IEC 60228 Class 5
Short-circuit-temperature	250° C/5s
UV stability	Tensile strength and ultimate elongation after 720 h (360 cycles) ≥ 70% of initial values; EN 50289-4-17 acc. Method A; EN ISO 4892-1 (2000) and EN ISO 4892-2 (2006)
Insulation resistance	Insulation resistance in water bath, each 2h at +90°C and 2h at 20°C (Limit values acc. EN 50618 Table 1)
Resistance against acid and alkaline solution	168h at 23°C in N-Oxal acid and N-Sodium hydroxide (EN 60811-404); ammoniac-resistant
Behaviour in case of fire	Flame-retardant acc. EN 60332-1-2 Annex A, low smoke emission (EN 61034-2)
Halogen-free	EN 50525-1, Annex B
Minimum bending radius	10x cable diameter (flexible)   4x cable diameter (fixed)
Range of temperature	Ambient temperature: -40° C to +90°C; Maximum conductor temperature: +120° C

## Cálculo de pérdidas de un Sistema fotovoltaico aislado

- Considerar las perdidas convencionales de un sistema de interconexión
- Considerar la irradiación mínima promedio y la inclinación...
- Eficiencia del controlador de carga
- Eficiencia de las baterías del 2% al 15%
- Pérdidas por temperatura
- Desperdicio de energía cuando las baterías están llenas y el CC, disipa la energía en forma de calor
- En resumidas cuentas, un sistema fotovoltaico aislado tiene una eficiencia alrededor del 60%

## GLOSARIO DE SISTEMAS FOTO VOLTAICOS A BATERIAS

**Carga de ecualización:** Se le denomina a la carga brusca que se efectúa, por encima del voltaje de operación de la batería para equilibrar todas las baterías en un mismo voltaje, se emplea en baterías de plomo ácido inundadas cada mes o el período que sugiera el fabricante.

**Carga en bruto (Bulk Charge),** corresponde a la carga de corriente máxima permitida, que realiza el controlador de carga cuando la batería está por debajo de sus niveles adecuados, esta carga por lo general es durante las primeras horas de la mañana.

**Carga de Absorción:** Esta se realiza una vez que la batería ha llegado a un cierto nivel de carga el 80% por ejemplo el controlador de carga incrementa el voltaje y disminuye la corriente para cargar de una manera paulatina y evitar el sobrecalentamiento.

**Carga de Flotación:** Es la última parte del ciclo y se realiza para lograr la última parte de la carga logrando un voltaje que mantendrá la batería al 100% con mínima corriente.

**Ciclos de vida:** Es el término como se conoce la vida útil de la batería, en ciclos y estos corresponden a un proceso de carga y descarga, para efectos de sistemas fotovoltaicos un ciclo normalmente corresponde a un día.

**Estado de carga (SOC, State of Charge),** se le denomina al nivel de carga que tiene una batería esta dada por el voltaje de carga en el momento de la medición, y normalmente se expresa en un porcentaje de carga.

**Profundidad de descarga (DOD, Deep of discharge),** Es la descarga real que tiene la batería expresada en porcentaje, normalmente las baterías tienen un porcentaje máximo recomendado para ser descargadas.

**Rango de temperatura:** Es el rango de temperatura adecuado en el cuál un equipo se puede desempeñar adecuadamente, las baterías tienen márgenes normalmente estrechos que pueden requerir cuartos climatizados.

**Rango de Voltaje:** Es el rango en el cual suele operar un sistema o sus diferentes componentes. En los sistemas a baterías, los voltajes se están modificando constantemente.

**Tasa máxima de carga.** Es la carga máxima permitida en función de la corriente y el tiempo recomendado sin que se dañe la batería.

**Tasa máxima de descarga:** es el ritmo máximo de descarga permitido por la batería sin que tenga un daño estructural considerable.

**Tiempo de Absorción:** Es el tiempo que la carga de absorción se realiza, esto depende de las condiciones climatológicas, voltajes de operación y tiempo sugerido por el fabricante de las baterías.

**Tiempo de auto descarga.** Es el tiempo que una batería se descarga por sí sola, una vez excedido este tiempo se deberán volver a cargar, las baterías.

## Elementos y Dimensionamiento Sistemas a baterías

David Rangel Sutti

### Módulo 18 Componentes y Dimensionamiento de un Generador Fotovoltaico a Baterías

#### Objetivo

El participante identificará los componentes de un generador solar fotovoltaico; así mismo reconocerá los criterios para el modelado del mismo.

Los **sistemas aislados** deben de considerar más puntos para su dimensionamiento que los sistemas de interconexión a la red.

- Potencia total del sistema, es decir la suma de todas las cargas de los equipos o enseres en el sitio de la instalación. (KW)
- Consumo diario del sitio en KWh.
- Reserva en días de banco de energía (nunca hacerlo por un día, recomendado 2.5).
- Considerar la irradiación mínima del período para tal efecto.
- El ritmo de descarga de las baterías no es lo mismo C2, que C100, eficiencia baterías.
- Eficiencia del inversor.
- Eficiencia del Controlador de carga.
- Eficiencia del pan
- Efectos externos, como temperatura.
- ¿Se ampliará el sistema?, ¿hay posibilidades de CFE en el futuro?

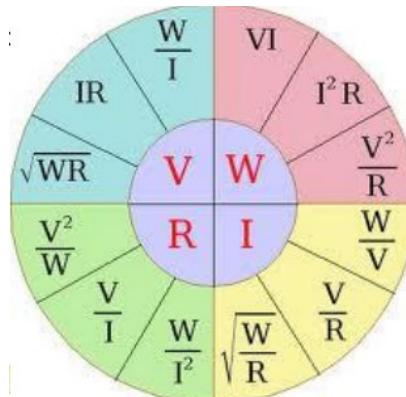
#### Sugerencias para DIMENSIONAMIENTO...

8. Sistemas menores a 1kWh  
diseñar sistemas de 12V
9. Sistemas entre 1kWh y 3 kWh  
diseñar sistemas de 24V
10. Sistemas mayores diseñar  
sistemas de 48V
11. Nunca, nunca, nunca más de 3  
arreglos en paralelo
12. Todos los pasos de corriente se  
protegen 5 puntos
13. Como en estos sistemas  
brincamos de VCD, de paneles a  
VCD de baterías y VCA de salida del inversos, se sugiere diseñar en W y  
Wh no en A ó Ah
14. Monitoreo o rastreo de información

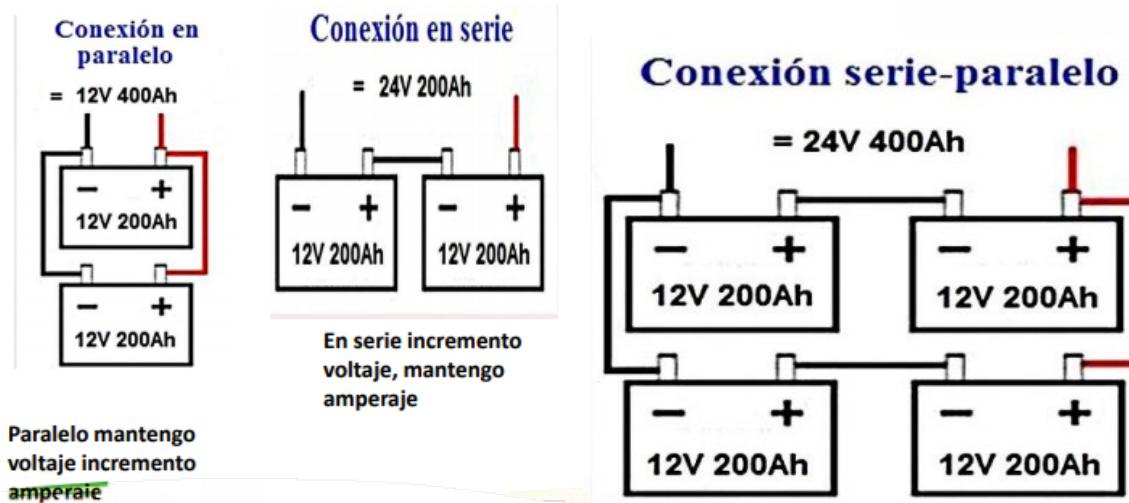


Ley de OHM, para un diseño básico se requiere lo siguiente.

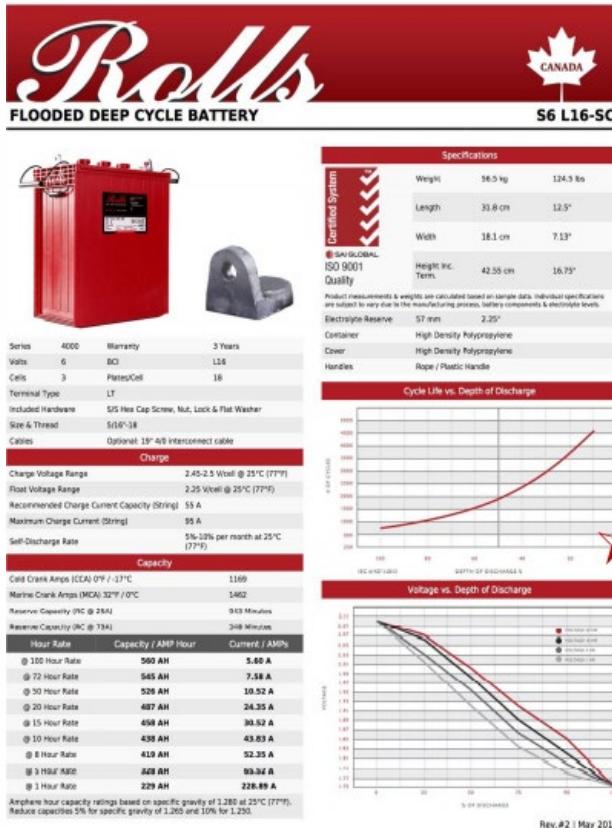
- La Potencia W, Watts, se calcula multiplicando Volts, V, por corriente I.  $W=V*I$
- El Voltaje V, se calcula dividiendo Potencia Watts entre Corriente I,  $V= W/I$
- La corriente I (en Amperes) se calcula dividiendo la Potencia Watts entre Voltaje  $I=W/V$
- $I=4500W / 220V$
- $I=4500W / 110V$
- $I=4500W / 48V$
- $I=4500W / 12V$



## Conexión en Serie o en paralelo



## ¿Qué información debo analizar de una ficha técnica de una batería?



- El ritmo de descarga, no es el mismo a 100hrs. Que, a 1 hora, analizar en función de la instalación.
- Corriente máxima de carga por hora.
- Ciclos con la profundidad de descarga diseñada,
- Afectación por temperatura.

## ¿Cómo dimensiono un banco de baterías?

### Cosas que debo conocer:

- El consumo diario promedio en Wh
- El voltaje nominal del sistema 12, 24, 36, 48 ó 60V
- La profundidad de descarga de la batería, 50%, 80%

Días de respaldo



## Cosas que debo conocer para dimensionar un CC

- Potencia y VOC del panel
- Eficiencia del CC
- Horas útiles de sol en la instalación (mínimas)
- Límites de W y VOC del CC
- Amperes necesarios para nuestro sistema.
- Si no se conoce el Voltaje de Carga usar el voltaje nominal +3



Cámara de profesionales  
en energía fotovoltaica

**El cableado** en un sistema aislado o a baterías es tan importante, en cualquier otro sistema eléctrico.

Si bien la **NOM-001-SEDE-2012**, No especifica los niveles y tipos de conexión específicamente para los sistemas aislados podemos tomar las consideraciones en la tabla, de la misma norma para 90°C en Cobre

**RHH / RHW-2XLPE:** Cable de cobre suave, 600V, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE)

**THHL: UL 83 Y (File E172775)** resistente al aceite y/o gasolina 600V

**XHH / XHHW-2: UL 1581** Exposición a la flama

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	
Cobre			Aluminio				
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

## Cálculo de pérdidas de un Sistema fotovoltaico aislado

- Considerar las perdidas convencionales de un sistema de interconexión
- Considerar la irradiación mínima promedio y la inclinación...
- Eficiencia del controlador de carga
- Eficiencia de las baterías del 2% al 15%
- Pérdidas por temperatura
- Desperdicio de energía cuando las baterías están llenas y el CC, disipa la energía en forma de calor
- En resumidas cuentas, un sistema fotovoltaico aislado tiene una eficiencia alrededor del 60%

## Ejemplo

Un cliente me solicita un requerimiento muy específico, para desarrollar un sistema aislado para una zona remota del norte del país, que es una casa de campo que operará indistintamente en los períodos vacacionales, de Primavera (semana Santa y Pascua), verano, así como Navidad y año Nuevo. Sabemos por el arquitecto que construyó la casa que el tablero principal es trifásico a 208V/220V debido a que originalmente opera este sistema con un generador Diesel de 15KVA. Pero es este mismo generador el que le da molestia a los dueños por el ruido y el mantenimiento ya que no tienen personal especializado, y es seguido que se quedan sin combustible y requiere una mayor atención de lo que imaginaron en un principio. Por otro lado, me dice el arquitecto que el dueño compró unos paneles y están en la bodega de la casa de campo y pide que sean considerados en el diseño, que nosotros le propongamos.

- 1) ¿Qué valores de irradiación debo considerar para el diseño?

En base a esa irradiación, debo de tomar decisiones preponderantes de diseño, ¿por dónde debo iniciar, ¿es mejor determinar el tamaño del arreglo fotovoltaico? o ¿los controladores de carga? o ¿el diseño del arreglo de inversores o dimensionamiento del o los inversores? o ¿conocer el tamaño del banco de baterías?

Sabemos que la irradiación media es de 5.8 Wh/m<sup>2</sup> y la mínima de 4.65

- 2) ¿Qué información de la ficha técnica del panel debo considerar?
- 3) ¿Puedo considerar diferentes paneles en un mismo arreglo?
- 4) ¿Qué parámetros de la ficha técnica debo considerar de la ficha técnica del controlador de carga?
- 5) Me proponen inversores a 120V monofásicos, ¿los puedo acomodar en un sistema trifásico?
- 6) Me sugieren considerar el diseño del banco de baterías ya sea en C10 ó C20. ¿esto a que se refiere? Y ¿cuál será el mejor criterio?
- 7) Considerando qué hay que poner protecciones, ¿en qué parte las debo poner? Y bajo qué criterios.
- 8) Si tengo temperaturas mayores a 40°C, ¿debo tener consideraciones especiales?

CUADRO 1

Ubicación	Unidades	Carga	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Horas uso	Total energía (Wh/día)
Casa	24	Contactos	50	150	0.13	150
	1	Sistema satelital	60	60	6	360
	1	Modem y teléfono	50	50	8	400
	24	Focos	6	144	4	576
	73	Focos	8	584	4	2336
Dormitorios	32	Focos	6	192	4	768
Pasillos	45	Focos	6	270	4	1080
Cancha	0	Focos	0	0	0	0
	2	TV	360	720	6	4320
	4	Abanicos de techo	65	260	12	3120
	1	Refrigerador	450	450	6	2700
	1	Frigobar	250	250	6	1500
	1	Congelador	88	88	6	528
	1	Motor del filtro alberca	2235	2235	12	26820
Bodega	5	Lámparas	80	400	3	1200
	1	Microondas	1400	1400	0.0833	116.67
	1	Licuadora	400	400	0.0333	13.33
	1	Tostador	1000	1000	0.0333	33.33
Extras	1	lavadora	400	400	0.2857	114.29
	1	secadora	275	275	0.2857	78.57
Total			7,189.00	9,328.00		46,214

## GLOSARIO DE SISTEMAS FOTO VOLTAICOS A BATERIAS

**Carga de ecualización:** Se le denomina a la carga brusca que se efectúa, por encima del voltaje de operación de la batería para equilibrar todas las baterías en un mismo voltaje, se emplea en baterías de plomo ácido inundadas cada mes o el período que sugiera el fabricante.

**Carga en bruto (Bulk Charge),** corresponde a la carga de corriente máxima permitida, que realiza el controlador de carga cuando la batería está por debajo de sus niveles adecuados, esta carga por lo general es durante las primeras horas de la mañana.

**Carga de Absorción:** Esta se realiza una vez que la batería ha llegado a un cierto nivel de carga el 80% por ejemplo el controlador de carga incrementa el voltaje y disminuye la corriente para cargar de una manera paulatina y evitar el sobrecalentamiento.

**Carga de Flotación:** Es la última parte del ciclo y se realiza para lograr la última parte de la carga logrando un voltaje que mantendrá la batería al 100% con mínima corriente.

**Ciclos de vida:** Es el término como se conoce la vida útil de la batería, en ciclos y estos corresponden a un proceso de carga y descarga, para efectos de sistemas fotovoltaicos un ciclo normalmente corresponde a un día.

**Estado de carga (SOC, State of Charge),** se le denomina al nivel de carga que tiene una batería esta dada por el voltaje de carga en el momento de la medición, y normalmente se expresa en un porcentaje de carga.

**Profundidad de descarga (DOD, Deep of discharge),** Es la descarga real que tiene la batería expresada en porcentaje, normalmente las baterías tienen un porcentaje máximo recomendado para ser descargadas.

**Rango de temperatura:** Es el rango de temperatura adecuado en el cuál un equipo se puede desempeñar adecuadamente, las baterías tienen márgenes normalmente estrechos que pueden requerir cuartos climatizados.

**Rango de Voltaje:** Es el rango en el cual suele operar un sistema o sus diferentes componentes. En los sistemas a baterías, los voltajes se están modificando constantemente.

**Tasa máxima de carga.** Es la carga máxima permitida en función de la corriente y el tiempo recomendado sin que se dañe la batería.

**Tasa máxima de descarga:** es el ritmo máximo de descarga permitido por la batería sin que tenga un daño estructural considerable.

**Tiempo de Absorción:** Es el tiempo que la carga de absorción se realiza, esto depende de las condiciones climatológicas, voltajes de operación y tiempo sugerido por el fabricante de las baterías.

**Tiempo de auto descarga.** Es el tiempo que una batería se descarga por sí sola, una vez excedido este tiempo se deberán volver a cargar, las baterías.

**Tipo de terminal:** Describe las características de la terminal de la batería y da las especificaciones para tornillería y conectores.

**Voltaje nominal:** Es el voltaje de operación de un sistema normalmente es de 12V, 24V y 48V.



## Bombeo Solar

Gerardo Cruz Peralta

### Módulo 19 y 20 Sistema de Bombeo Solar

#### Objetivo

El participante identificará los elementos de un Sistema de Bombeo Solar.

#### ¿En qué momento aplico bombeo solar fotovoltaico?

Proyectos donde la interconexión no es viable por el tipo de tarifa: GDMTH, RABT, RAMT. Proyectos que rebasen las capacidades de sistemas autónomos (diseños para motores trifásicos o motores con grandes corrientes de arranque).



#### ¿Qué necesito saber para comenzar a diseñar sistemas de bombeo solar?

- Conocimientos básicos en hidráulica.
- Conocimientos en electricidad.
- Conocimientos en sistemas fotovoltaicos autónomos e interconectados.



#### Disponibilidad del agua

Identificar las características de su fuente de agua es vital para la calidad del riego. Obviamente, diferentes fuentes de agua se deben manejar de forma diferente.

El rendimiento de la bomba depende mucho de un análisis sistemático de la fuente de agua, la elección correcta de los equipos es basándose en estos datos.

### Hidráulica Básica

Parámetro	Símbolo	Unidad
Caudal	Q	Lps, m <sup>3</sup> /h, gpm, lpm
Carga (altura)	H	m, mca, k/cm <sup>2</sup> , psi, bar
Potencia	P	W, kW, HP

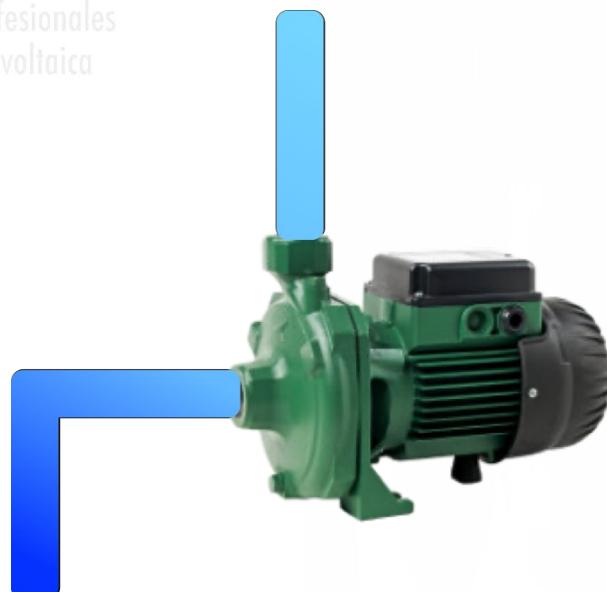
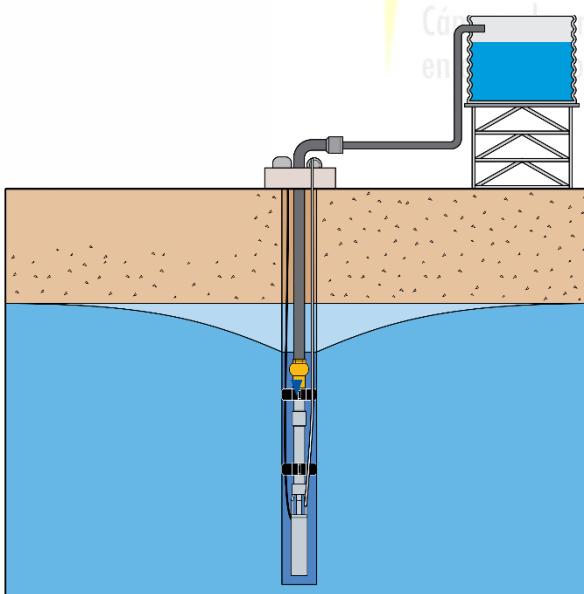
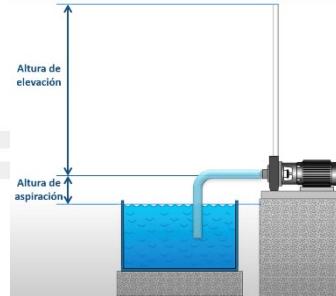
#### Caudal / Gasto

El caudal (Q) es la cantidad de agua que una bomba impulsa por las tuberías en un cierto período de tiempo. El caudal (Q) se mide en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h), litros por segundo (lps), galones por minuto (gpm)

#### Carga / Altura

Describe la altura hasta la cual la bomba es capaz de elevar el agua.

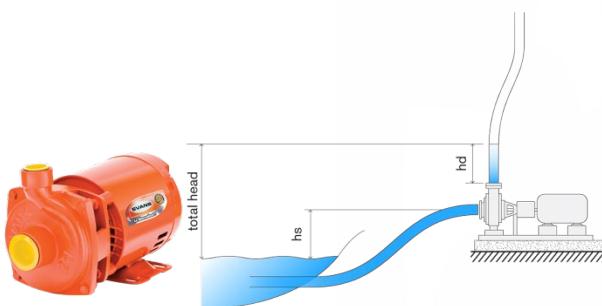
La altura de una bomba es la presión que esta es capaz de proporcionar.



## Potencia

La potencia (P) de un sistema de bombeo expresa la fuerza y la velocidad que permiten transportar el agua.

La potencia (P) depende directamente de caudal (Q) y la altura (H).



## Relación entre los parámetros

La relación entre el caudal (Q), la altura (H) y la potencia (P) se describe así:

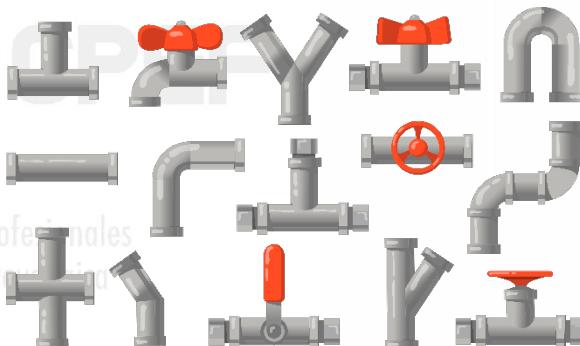
$$P = Q \times H \times c$$

(c es una constante que depende de la eficiencia de la bomba, la gravedad y el tipo de líquido)

## Pérdida por fricción

La fricción entre el líquido y las superficies en contacto con él produce pérdida de energía y presión. La pérdida por fricción se produce en todo el sistema: en la propia tubería, en los codos, en las válvulas, etc. La pérdida por fricción depende de varios factores:

- El caudal del sistema
- La viscosidad del líquido
- La longitud de las tuberías
- La superficie de las tuberías



## Pérdida por fricción: velocidad del líquido

Velocidad del líquido: velocidad a la cual se bombea el agua.

$$V = Q / A \times c$$

Q es el caudal (m<sup>3</sup>/h).

A es la sección de la tubería (m<sup>2</sup>).

c es una constante para convertir la velocidad a metros por segundo.

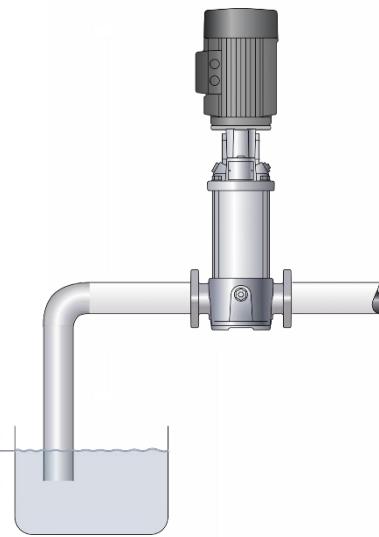
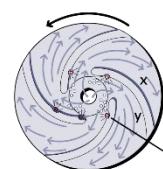


## Cavitación

La cavitación consiste en la formación y el colapso repentinos de burbujas de aire en el agua. Se produce cerca de la entrada del impulsor. La cavitación puede provocar picaduras en el impulsor y en la carcasa de la bomba.

Estrategias de prevención de la cavitación:

- Bajar la entrada de la bomba y aumentar la presión de entrada.
- Reducir la pérdida por fricción en la tubería de aspiración.
- Reducir el caudal de la bomba.
- Aumentar la elevación del nivel de aspiración del agua.



## Analogía de pérdidas por fricción

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\*



Tamaño o designación	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
			60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
			TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THW, THW-2, THWN, THWN-2, USE, ZW	TIPOS THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHL, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE						ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18"	—	—	14	—	—	—	—
1.31	16"	—	—	18	—	—	—	—
2.08	14"	15	20	25	—	—	—	—
3.31	12"	20	25	30	—	—	—	—
5.26	10"	30	35	40	—	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—	—

$$\text{Caída de tensión } (e_T) = \frac{2 \times \text{distancia} \times I_{MP}}{1000 \text{ m}} \times R_{\Omega/\text{km}}$$

$$\text{Porcentaje de pérdida } (e\%) = \frac{e_T}{V_{MP}} \times 100$$

CAÍDA DE VOLTAJE

$$e\% = \frac{Z \times I \times L}{10 \times E_n} , (127V)$$

$$e\% = \frac{Z \times I \times L}{5 \times E_f} , (220V)$$

## Pérdidas de columna de agua en tubos de agua común

Las ilustraciones de la parte superior muestran la velocidad del agua en m/s.

Las ilustraciones de la parte inferior muestran la pérdida de la columna de agua por 100 metro de tubería recta.

Calidad del agua			Pérdidas de columna en tubos de agua común											
<b>m<sup>3</sup>/h</b>	Litros/min.	Litros/seg.	Diámetro nominal del tubo en pulgadas y diámetro interno en (mm)											
			1/2" 15,75	3/4" 21,25	1" 27,00	1 1/4" 35,75	1 1/2" 41,25	2" 52,50	2 1/2" 68,00	3" 80,25	3 1/2" 92,50	4" 105,0	5" 130,0	6" 155,5
0.6	10	0,16	0,855 9,910	0,470 2,407	0,292 0,784									
0.9	15	0,25	1,282 20,11	0,705 4,862	0,438 1,570	0,249 0,416								
1.2	20	0,33	1,710 33,53	0,940 8,035	0,584 2,588	0,331 0,677	0,249 0,346							
1.5	25	0,42	2,138 49,93	1,174 11,91	0,730 3,834	0,415 1,004	0,312 0,510							
1.8	30	0,50	2,565 69,34	1,409 16,50	0,876 5,277	0,498 1,379	0,374 0,700	0,231 0,223						
2.1	35	0,58	2,993 91,54	1,644 21,75	1,022 6,949	0,581 1,811	0,436 0,914	0,269 0,291						
2.4	40	0,67	3,421 76,49	1,879 27,66	1,168 8,820	0,664 2,290	0,499 1,160	0,308 0,368						
3.0	50	0,83	3,849 41,40	2,460 13,14	0,830 3,403	0,623 1,719	0,385 0,544	0,229 0,159						
3.6	60	1,00	4,276 57,74	2,819 18,28	1,751 4,718	0,996 2,375	0,748 0,751	0,462 0,218	0,275 0,218					
4.2	70	1,12	4,713 76,49	3,288 24,18	2,043 6,231	1,162 3,132	0,873 0,988	0,539 1,254	0,321 0,363	0,231 0,131				
4.8	80	1,33	5,150 38,30	3,735 9,828	2,328 4,927	0,997 1,551	0,616 1,551	0,462 0,449	0,275 0,203	0,263 0,164				
5.4	90	1,50	5,587 48,49	2,627 38,30	1,494 9,828	1,122 4,927	0,693 1,551	0,413 0,449	0,269 0,203	0,231 0,131				
6.0	100	1,67	6,024 64,49	2,919 41,90	1,660 5,972	1,247 1,875	0,770 0,542	0,459 0,244	0,329 0,124	0,248 0,124				
7.5	125	2,08	7,461 70,41	3,649 17,93	2,075 8,967	1,558 2,802	0,962 0,809	0,574 0,365	0,412 0,185	0,310 0,101				
9.0	150	2,50	8,898 25,11	4,490 12,53	1,870 3,903	1,154 1,224	0,668 0,506	0,494 0,256	0,372 0,140	0,289 0,140				
10.5	175	2,92	10,335 33,32	5,2904 16,66	2,182 5,179	1,347 1,488	0,803 0,670	0,576 0,338	0,434 0,184	0,337 0,184				

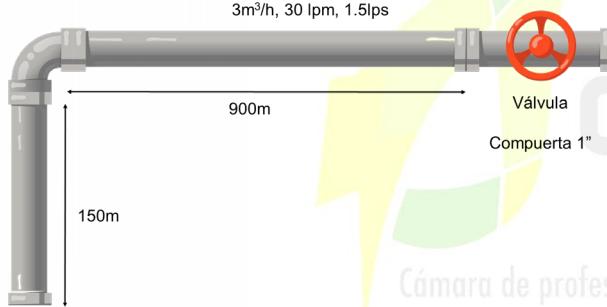
## Pérdidas en accesorios

Pérdidas por Fricción en longitudes equivalentes de tubo estándar					
Calibre Tubo	Codo Estándar de 90°	Codo de Radio Largo	Codo de 45°	T	Sifón
					
1/2"	1.5	1.1	0.77	3.4	3.8
3/4"	2.2	1.4	1	4.5	5
1"	2.7	1.7	1.3	5.8	6.1
1-1/4"	3.7	2.4	1.6	7.8	8.5
1-1/2"	4.3	2.8	2	9	10
2"	5.5	3.5	2.5	11	13
2-1/2"	6.5	4.2	3	14	15
3"	8.1	5.1	3.8	17	18
3-1/2"	9.5	6	4.4	19	21
4"	11	7	5	22	24
4-1/2"	12	7.9	5.6	24	27
5"	14	8.9	6.1	27	31
6"	16	11	7.7	33	37

Calibre Tubo	Pérdidas por Fricción en longitudes equivalentes de tubo estándar			
	Válvula de Compuerta Abierta	Válvula de Globo Abierta	Válvula Angular Abierta	Válvula de Retención
1/2"	0.35	16	8.4	4
3/4"	0.47	22	12	5
1"	0.6	27	15	7
1-1/4"	0.8	37	18	9
1-1/2"	0.95	44	22	11
2"	1.2	57	28	13
2-1/2"	1.4	66	33	16
3"	1.7	85	42	20
3-1/2"	2	99	50	
4"	2.3	110	58	26
4-1/2"	2.6	130	61	
5"	2.9	140	70	33
6"	3.5	160	83	39

## Ejemplo de cálculo de pérdidas por fricción en tuberías

Calcular las pérdidas por fricción para tubería galvanizada para los siguientes gastos:  
3m³/h, 30 lpm, 1.5lps



$$h_f = (\text{Longitud total} + \text{Accesarios}) \times \frac{\text{factor}}{100}$$

$$h_f = (\text{Longitud total} + \text{Accesarios}) \times \frac{\text{factor}}{100} \times 1.2$$

## Consideraciones para el diseño de sistemas de bombeo solar

### ¿Qué información necesito para comenzar a diseñar?

- Aforo en pozo
- Gasto requerido
- Profundidad del pozo
- Nivel estático
- Nivel dinámico
- Desnivel topográfico a vencer
- Longitud línea de conducción y diámetro
- Indicar si es para llenado de tanque almacenamiento
- Indicar si es para riego directo , para el caso de riego indicar gasto en lps y presión de riego , así como sus horas de bombeo .
- Deben también informar del régimen de operación actual de bombeo .

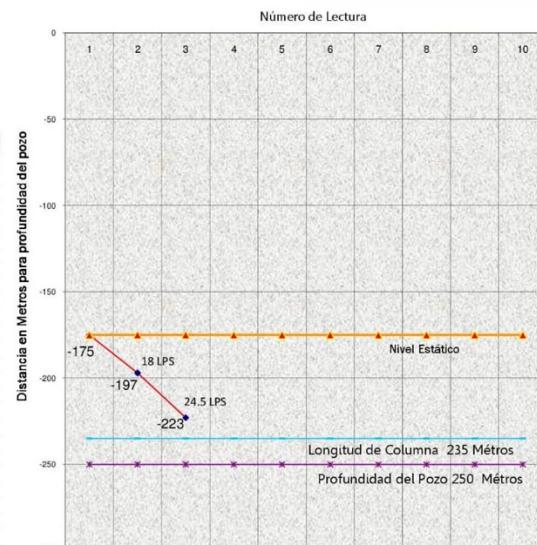
## Aforo de pozo

Medición del gasto que puede obtenerse de un afluente de agua, se pueden hacer en periodos de 24, 48 y 72 horas continuas.

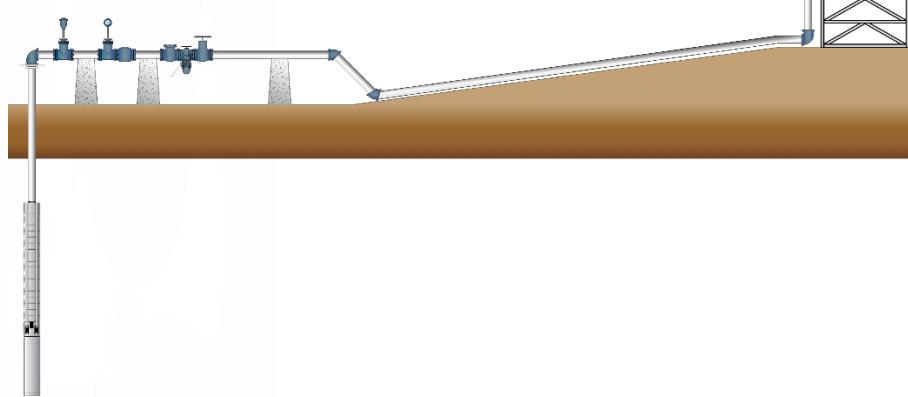


## Análisis de datos

FECHA	HORA	RPM	LPS	Nivel Dinámico	ABAT	ORIF	OBSERVACIÓN
11-ene-19	9.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Poco Turbia
	10.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	11.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	12.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	13.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	14.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	15.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	16.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	17.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	18.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	19.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Limpia
	20.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	21.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	22.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	23.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
12-ene-19	0.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	1.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	2.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	3.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	4.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	5.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	6.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	7.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina
	8.00	1600	2450	-223.00	48.00	5"	Aqua Cristalina



## Gasto requerido



## Riego a presión

Cuando se trata de riego

¡¡Importante!!!

Solicitar modelo del aspersor

Presión de operación

Gasto del aspersor



**Explorer 3"**

Boquilla (mm)	Presión		Radio Metros	Descarga	
	kg/cm <sup>2</sup>	PSI		LPS	GPM
22	3	44	40	8.70	138
	4	56	44	10.07	159
	5	70	46	11.77	178
	6	85	52	12.35	196
24	3	44	41	10.38	164
	4	56	46	12.00	190
	5	70	50	13.43	213
	6	85	54	14.70	233
26	3	44	45	12.10	255
	4	56	48	14.10	229
	5	70	52.5	15.77	250
	6	85	56	17.28	274
28	3	44	46	14.13	224
	4	56	50.5	16.35	259
	5	70	54	17.87	279
	6	85	58	20.03	317
30	3	44	48	16.23	257
	4	56	52	18.78	297
	5	70	56	21.00	332
	6	85	60	23.02	364

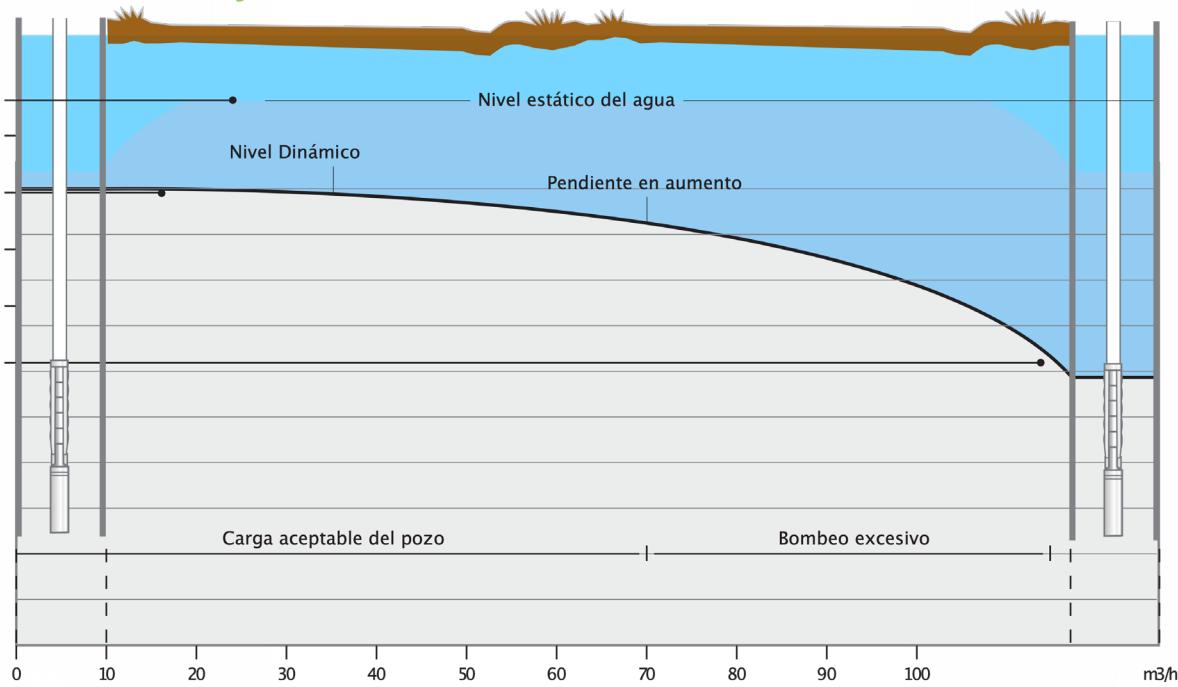


## Tablas de equivalencias

VOLUMEN	Pulgada <sup>3</sup>	Litros	0.01638
	Pie <sup>3</sup>	Litros	28.3205
	Galones USA	Litros	3.785
	Galones IMP	Litros	4.5454
	Litros	Pulgada <sup>3</sup>	61.024
	Litros	Pie <sup>3</sup>	0.03531
	Litros	Galones USA	0.2642
	Litros	Galones IMP	0.22
CAUDAL	GPM (USA)	lpm	3.785
	GPM (USA)	lps	0.0631
	lpm	GPM (USA)	0.2642
	lps	GPM (USA)	15.85
	GPM (USA)	m <sup>3</sup> /h	0.2271
	GPM (IMP)	m <sup>3</sup> /h	0.2727
	m <sup>3</sup> /h	GPM (USA)	4.4033
	m <sup>3</sup> /h	GPM (IMP)	3.66703

PRESIÓN	Metros c.a.	Libras/pulgada <sup>2</sup>	1.42
	Libras/pulgada <sup>2</sup>	Metros c.a.	0.704
	Libras/pulgada <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	0.0703
	Bar	Kg/cm <sup>2</sup>	1.0197
	Atmósferas	Kg/cm <sup>2</sup>	1.033
	Kilo Pascal	Metros c.a.	0.10197
	Kilo Pascal	Kg/cm <sup>2</sup>	0.010197
	Kg/cm <sup>2</sup>	Libras/pulgada <sup>2</sup>	14.2247
	Kg/cm <sup>2</sup>	Bar	0.9806
	Kg/cm <sup>2</sup>	Atmósferas	0.968
	Metros c.a.	Kilo Pascal	9.8067
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kilo Pascal	98.005

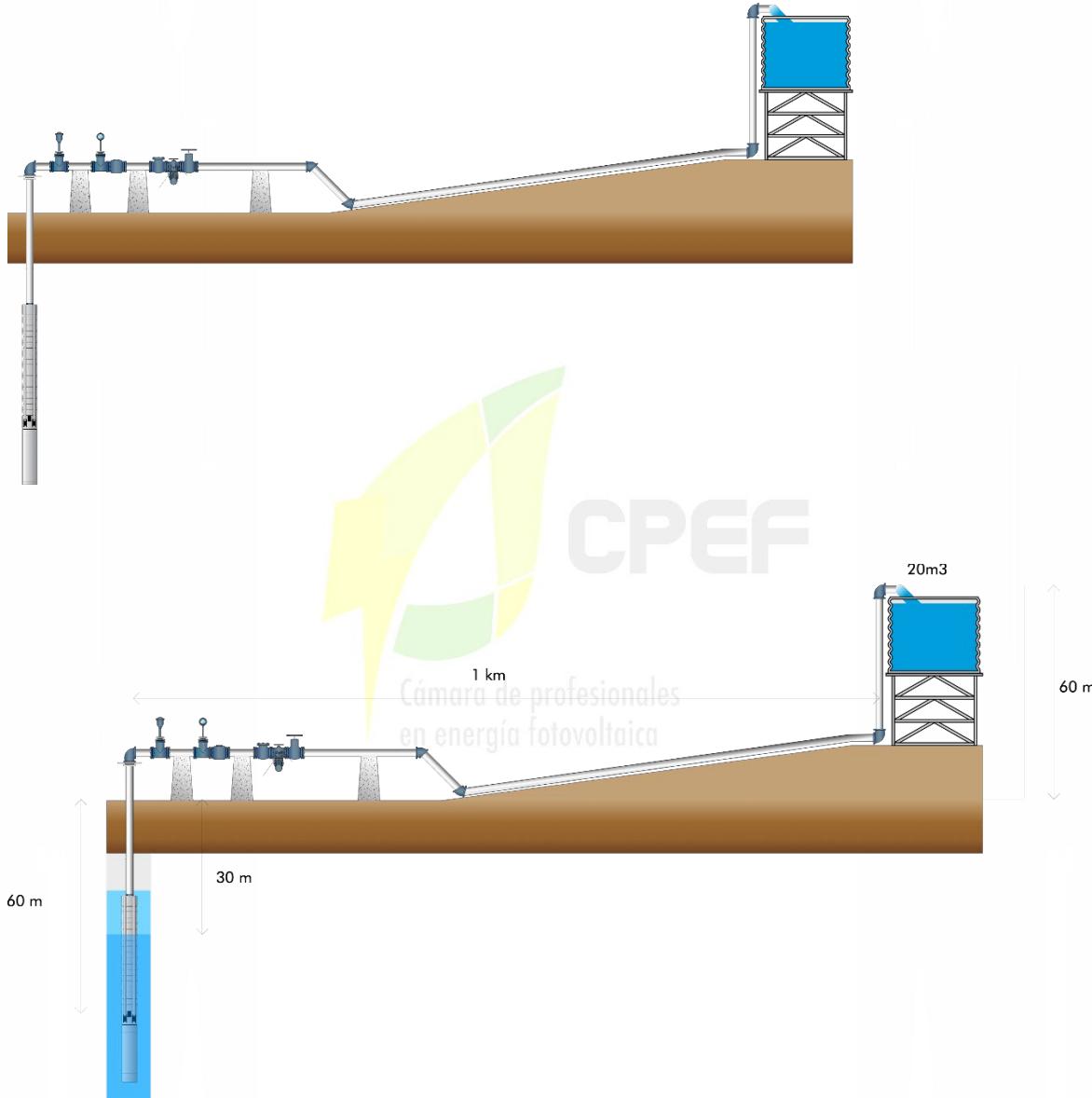
## Nivel estático y nivel dinámico



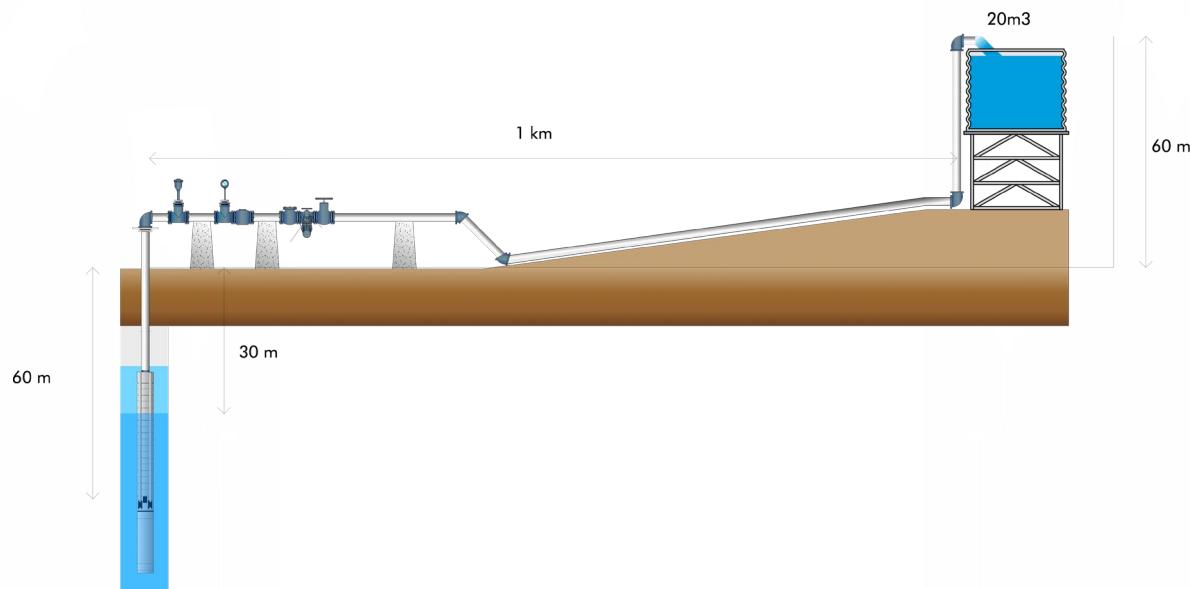
## Cálculo de la carga dinámica total

CDT = Nivel dinámico + Desnivel Topográfico + Presión de Trabajo + HF

$$h_f = (\text{Longitud total} + \text{Accesos}) \times \frac{\text{factor}}{100}$$

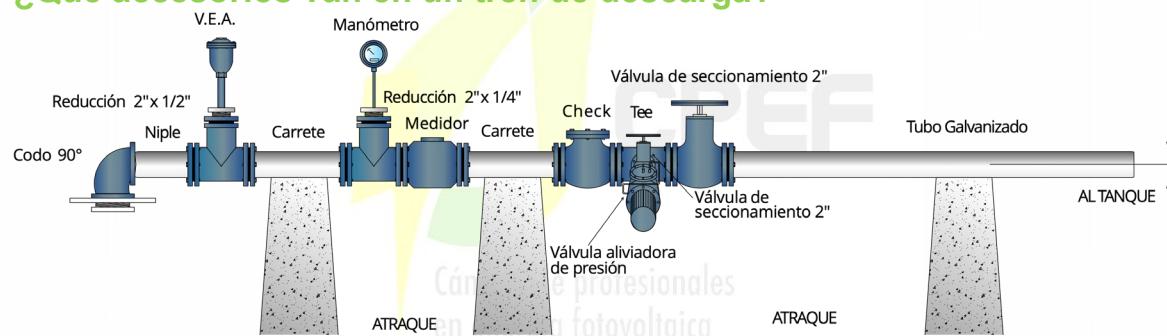


**Caso 1:** El cliente no tiene la tubería.



## Caso 2: El cliente ya tiene la tubería 1"

### ¿Qué accesorios van en un tren de descarga?



Pieza	Metros equivalentes	No Piezas	Total
Codo 90°	2.7 m	3	8.1 m
Codo 45°	1.3 m	2	2.6 m
Tee	5.8 m	3	17.4 m
Medidor de gasto	27 m	1	27 m
Válvula check	7 m	1	7 m
Válvula compuerta	0.6 m	1	0.6 m
Longitud total			1,120 m
			1,182.7 m

## Caso 1

El cliente requiere 20m<sup>3</sup> al día, considerando 5 HSP:

$$20\text{m}^3 \div 5 \text{ h} = 4\text{m}^3/\text{h}$$

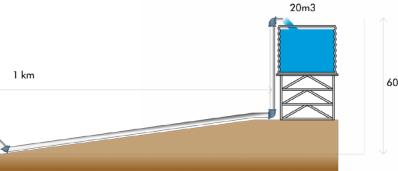
$$4\text{m}^3/\text{h} = 17.61 \text{ gpm} = 66.66 \text{ lpm} = 1.11 \text{ ips}$$

<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Litros/min.</b>	<b>Litros/seg.</b>	<b>1/2"</b>					
			<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	
0.6	10	0,16	15,75	21,25	27,00	35,75	41,25	52,50
			9,910	2,407	0,784			
0.9	15	0,25	1,282	0,705	0,438	0,249		
			20,11	4,862	1,570	0,416		
1.2	20	0,33	1,710	0,940	0,584	0,331	0,249	
			33,53	8,035	2,588	0,677	0,346	
1.5	25	0,42	2,138	1,174	0,730	0,415	0,312	
			49,93	11,91	3,834	1,004	0,510	
1.8	30	0,50	2,565	1,409	0,876	0,498	0,374	0,231
			69,34	16,50	5,277	1,379	0,700	0,223
2.1	35	0,58	2,993	1,644	1,022	0,581	0,436	0,269
			91,54	21,75	6,949	1,811	0,914	0,291
2.4	40	0,67	3,421	1,879	1,168	0,664	0,499	0,308
			100,75	23,66	8,820	2,290	1,160	0,368
3.0	50	0,83	3,849	2,349	1,460	0,830	0,623	0,385
			110,00	41,40	13,14	3,403	1,719	0,544
3.6	60	1,00	4,277	2,819	1,751	0,996	0,748	0,462
			120,00	57,74	18,28	4,718	2,375	0,751
4.2	70	1,12	4,705	3,288	2,043	1,162	0,873	0,539
			130,00	76,49	24,18	6,231	3,132	0,988

Se propone una tubería de 1 1/2" con 3.132% de pérdidas

CDT = Nivel dinámico + Desnivel Topográfico + Presión de Trabajo + HF

$$\text{CDT} = 60\text{m} + 60\text{m} + 0 + \text{HF}$$



Pieza	Metros equivalentes	No Piezas	Total
Codo 90°	2.7 m	3	8.1 m
Codo 45°	1.3 m	2	2.6 m
Tee	5.8 m	3	17.4 m
Medidor de gasto	27 m	1	27 m
Válvula check	7 m	1	7 m
Válvula compuerta	0.6 m	1	0.6 m
Longitud total			1,120 m
			1,182.7 m

$$\text{HF} = 1,182.7 \text{ m} \times (3.132 \div 100)$$

$$\text{HF} = 1,182.7 \text{ m} \times 0.03132$$

$$\text{HF} = 37.04 \text{ m}$$

$$\text{CDT} = 157.04 \text{ m}$$

$$\text{CDT} = 60\text{m} + 60\text{m} + 0 + 37.04\text{m}$$

## Caso 2

El cliente requiere 20m<sup>3</sup> al día, considerando 5 HSP:

$$20\text{m}^3 \div 5 \text{ h} = 4\text{m}^3/\text{h}$$

$$4\text{m}^3/\text{h} = 17.61 \text{ gpm} = 66.66 \text{ lpm} = 1.11 \text{ ips}$$

El cliente ya cuenta con tubería de 1"

<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Litros/min.</b>	<b>Litros/seg.</b>	<b>1/2"</b>					
			<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	
0.6	10	0,16	0,855	0,470	0,292			
			9,910	2,407	0,784			
0.9	15	0,25	1,282	0,705	0,438	0,249		
			20,11	4,862	1,570	0,416		
1.2	20	0,33	1,710	0,940	0,584	0,331	0,249	
			33,53	8,035	2,588	0,677	0,346	
1.5	25	0,42	2,138	1,174	0,730	0,415	0,312	
			49,93	11,91	3,834	1,004	0,510	
1.8	30	0,50	2,565	1,409	0,876	0,498	0,374	0,231
			69,34	16,50	5,277	1,379	0,700	0,223
2.1	35	0,58	2,993	1,644	1,022	0,581	0,436	0,269
			91,54	21,75	6,949	1,811	0,914	0,291
2.4	40	0,67	3,421	1,879	1,168	0,664	0,499	0,308
			100,75	23,66	8,820	2,290	1,160	0,368
3.0	50	0,83	3,849	2,349	1,460	0,830	0,623	0,385
			110,00	41,40	13,14	3,403	1,719	0,544
3.6	60	1,00	4,277	2,819	1,751	0,996	0,748	0,462
			120,00	57,74	18,28	4,718	2,375	0,751
4.2	70	1,12	4,705	3,288	2,043	1,162	0,873	0,539
			130,00	76,49	24,18	6,231	3,132	0,988

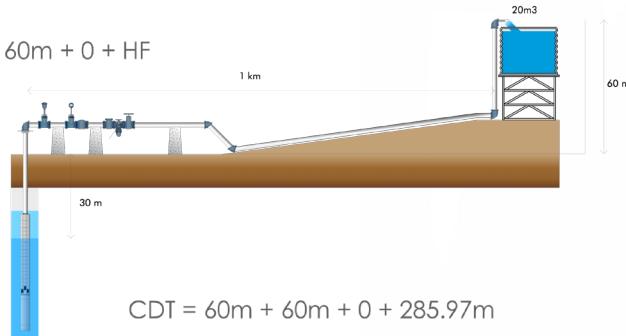
Se tiene una tubería de 1" con 24.18% de pérdidas

## Caso 2

CDT = Nivel dinámico + Desnivel Topográfico + Presión de Trabajo + HF

$$CDT = 60m + 60m + 0 + HF$$

Pieza	Metros equivalentes	No Piezas	Total
Codo 90°	2.7 m	3	8.1 m
Codo 45°	1.3 m	2	2.6 m
Tee	5.8 m	3	17.4 m
Medidor de gasto	27 m	1	27 m
Válvula check	7 m	1	7 m
Válvula compuerta	0.6 m	1	0.6 m
Longitud total			1,120 m
			1,182.7 m



$$HF = 1,182.7m \times (24.18 \div 100) \times 1.2$$

$$HF = 1,182.7m \times 0.2418 \times 1.2$$

$$HF = 343.16 \text{ m}$$

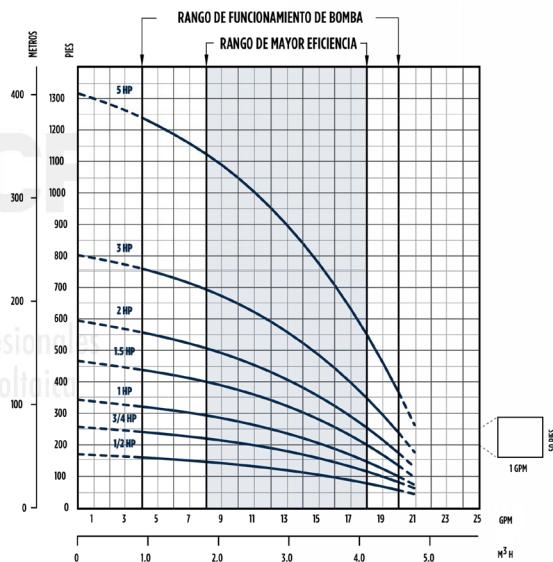
$$CDT = 60m + 60m + 0 + 285.97m$$

CDT = 463.16 m

## Selección del equipo de bombeo

## Serie TriSeal - 15 GPM

RENDIMIENTO HIDRÁULICO

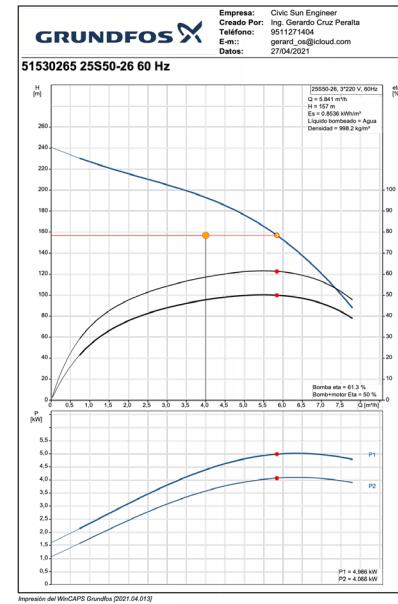


Con el gasto y carga seleccionamos la bomba



## Type key, SP pumps

Example	475	S	500 -	5 -	A	B
Rated flow rate in gpm						
Type range						
Stainless steel parts of material						
S = AISI 304 (EN 1.4301) SS						
N = AISI 316 (EN 1.4401) SS						
R = AISI 904L (EN 1.4539) SS						
Hp of motor						
Number of impellers						
First reduced-diameter impeller (A, B or C)						
Second reduced-diameter impeller (A, B or C)						



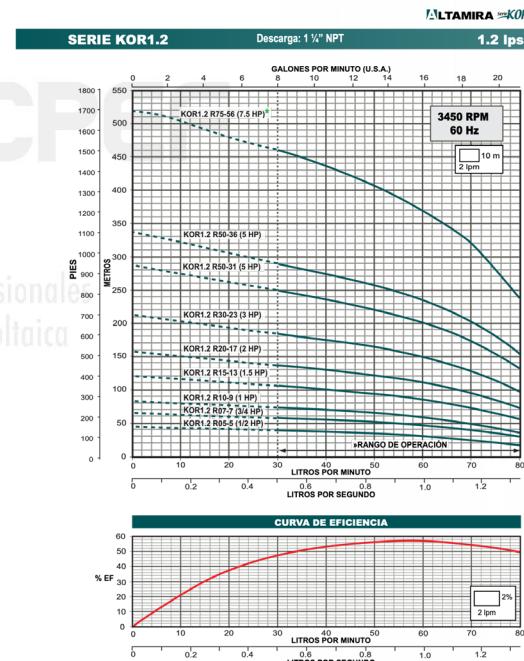
## CÓDIGO DE LA BOMBA

**KOR4.5 R100 - 16**

Serie  
Caudal nominal en litros por segundo  
Número de etapas  
Potencia nominal del motor en HP X 10 (Ejemplo: 100= 10 HP X 10)



SERIE	CAUDAL (lps)		RANGO DE POTENCIA (hp)
	NOMINAL	RANGO	
KOR07	0.7	0.16 - 0.83	0.33 - 5
KOR1.2	1.2	0.5 - 1.33	0.5 - 7.5
KOR2	2	0.83 - 2	0.5 - 10
KOR3	3	1 - 3.5	1 - 20
KOR4.5	4.5	2.3 - 5.8	2 - 10



\*Disponible con acoplamiento para motor de 4" 6".

\*Trabajar fuera del rango de operación ocasiona alto consumo de energía y daño mecánico en la motobomba.

Una vez seleccionada la bomba revisamos datos del motor

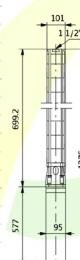


Table 22 Three-Phase Motor Specifications (60 Hz) 3450 rpm

TYPE	MOTOR MODEL PREFIX	RATING				FULL LOAD		MAXIMUM LOAD		LINE TO LINE RESISTANCE OHMS	EFFICIENCY %		LOCKED ROTOR AMPS	KVA CODE	
		HP	KW	VOLTS	Hz	S.F.	AMPS	WATTS	AMPS	WATTS	S.F.	F.L.			
	234307			200	60	1.15	18.3	4800	20.5	5500	.68-.83	78	78	116	K
	234317			230	60	1.15	15.9	4800	17.8	5500	.91-1.1	78	78	102	K
	234347	5	3.7	380	60	1.15	9.6	4800	10.8	5500	2.6-3.2	78	78	60.2	K
	234327			460	60	1.15	8.0	4800	8.9	5500	3.6-4.4	78	78	53.7	K
	234337			575	60	1.15	6.4	4800	7.1	5500	5.6-6.9	78	78	41.8	K



Materiales:	
Bomba:	Stainless steel
Bomba:	EN 1.4301
Bomba:	AISI 304
Impulsor:	Acero inoxidable
Impulsor:	EN 1.4301
Impulsor:	AISI 304
Motor:	Acero inoxidable
Motor:	DIN W.-Nr. 1.4301
Motor:	AISI 304
Instalación:	
Máxima presión ambiental:	60 bar
Salida de bomba:	1 1/2" NPT
Diámetro de motor:	4 inch
Líquido:	
Líquido bombeado:	Aqua
Maximum liquid temperature:	60 °C
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MS4000
Motor aplic.:	GRUNDFOS
Potencia nominal -P2:	3.7 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	4 kW



Frecuencia de red:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 208-230 V
Factor de servicio:	1.15
Intensidad nominal:	18.6-17.4 A
Tensión solicitada:	220 V
Intensidad nominal con esta tensión:	17.9 A
Intensidad de arranque:	490-590 %
Cos phi -factor de potencia:	0.87-0.78
Velocidad nominal:	3425-3470 rpm
Carga axial máx.:	450 kg
Tipo de arranque:	directo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protec de motor:	NINGUNA



### Motores sumergibles 4" 3 hilos

CÓDIGO	HP	KW	FASES X VOLTS	F.S.	AMPERAJE		EFICIENCIA (η)	FACTOR DE POTENCIA (COS φ)	MÁXIMO EMPUJE AXIAL (kg/lbs)	DIÁMETRO NOMINAL (pulg.)	ACOP. NEMA (pulg.)
					NOMINAL	F.S.					
MSQA4 1/21115	1/2	0.37	1 x 115	1.6	8.5	9.8	64	89	204/450	4"	4"
MSQA4 1/21230			1 x 230		4.8	5.2	64	75			
MSQA4 3/41115	3/4	0.55	1 x 115	1.5	10.9	12.8	65	59			
MSQA4 3/41230			1 x 230		5.6	6.6	65	75			
MSQA4 11115	1	0.75	1 x 115	1.4	11.5	14.5	68	98			
MSQA4 11230					6.3	7.6	68	89			
MSQA4 1.51230	1.5	1.1			1.3	8.7	10.3	69			
MSQA4 21230	2	1.5	1 x 230	1.25	10.6	12.2	72	92			
MSQA4 31230	3	2.2			14.4	16.1	70	96	306/675		
MSQA4 51230	5	3.7			25	28	71	0.96	540/1,125		



## Selección del variador de frecuencia solar



## Acoplar variador con motor

Frecuencia de red:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 208-230 V
Factor de servicio:	1.1
Intensidad nominal:	18.6-17.4 A
Tensión solicitada:	220 V
Intensidad nominal con esta tensión:	17.9 A
Intensidad de arranque:	490-590 %
Cos phi - factor de potencia:	0.87-0.78
Velocidad nominal:	3425-3470 rpm
Carga axial max.:	450 N
Tipo de arranque:	directo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protec. de motor:	NINGUNA



### 3.2 Technical data

Voltage	3 x 208-240 V		3 x 380-440 V	
	Min. ambient temperature [°C (°F)]	-10 (14)	Min. ambient temperature [°C (°F)]	-10 (14)
	Max. relative humidity [%]	100	Max. relative humidity [%]	100
DC minimum MPP voltage [VDC]	230	400	290-336	530-615
DC recommended MPP voltage [VDC]	290	400	400	800
DC maximum input voltage [VDC]	400	800		
AC input voltage [VAC]	208-240	380-460	208-240	380-440
AC rated output voltage [VAC]	220	380-440		
Electrical data				
Min. frequency [Hz]	5	5	60	60
Max. frequency [Hz]	60	60		
Phases	3	3		
Enclosure class	IP66	IP66		

### 3.2.1 Low voltage range (3 x 208-240 V)

Power [kW (hp)]	Product number	Electrical data		
		Max. P2 [kW (hp)]	Rated output current [A]	Frame size
1.5 (2)	99090622	1.5 (2)	8	A
2.2 (3)	99090633	2.2 (3)	11	A
3.0 (4)	99090634	3.0 (4)	12.5	A
4.0 (5)	99090635	4.0 (5)	18	B
5.5 (7.5)	99090636	5.5 (7.5)	24.2	B
7.5 (10)	99090637	7.5 (10)	31	B
11 (15)	99090638	11 (15)	48	C
15 (20)	99090639	15 (20)	62	C

### 3.2.2 High voltage range (3 x 380-440 V)

Power [kW]	Product number	Electrical data		
		Max. P2 [kW (hp)]	Rated output current [A]	Frame size
2.2 (3)	99044348	2.2 (3)	5.6	A
3.0 (4)	99044349	3.0 (4)	8	A
4.0 (5)	99044350	4.0 (5)	9.6	A
5.5 (7.5)	99044351	5.5 (7.5)	12	A
7.5 (10)	99044352	7.5 (10)	16	B
11 (15)	99044363	11 (15)	23	B
15 (20)	99044364	15 (20)	31	B
18.5 (25)	99044365	18.5 (25)	38	C
22 (30)	99044366	22 (30)	46	C
30 (40)	99044367	30 (40)	61	C
37 (50)	99044368	37 (50)	72	C



## TABLA DE ESPECIFICACIONES

Para seleccionar el F-DRIVE SOLAR que más se ajuste a su aplicación, es recomendable considerar:

- El voltaje nominal del motor
- La máxima corriente del motor (se recomienda ligeramente incrementar un 5% el valor máximo de corriente para seleccionar el modelo correcto del variador)

CÓDIGO	RANGO DE VOLTAJE DE ENTRADA	*VOLTAJE Nominal de entrada para trabajar la máxima eficiencia (el voltaje nominal)	MÁXIMA CORRIENTE DE ENTRADA	VOLTAJE (S) DE SALIDA NOMINAL	MÁXIMA CORRIENTE DE SALIDA	POTENCIA TÍPICA	CANTIDAD MÍNIMA DE *PANELES PARA DESARROLLAR LOS 60Hz	
							3 x 230V	3 x 460V
Vdc	FASES X Vca	(Vdc)	Fase x Vca	(Vdc)	3 x 230V	3 x 460V	3 x 230Vca	3 x 460Vca
F-DRIVESOLAR 212	120 - 650	3x 190-270	> 322	N/A	12	3 x 230 V	12	3 (2.2) N/A 15 (en 1 serie) N/A
F-DRIVESOLAR 212MP		N/A			15		15	4 (2.9) 7.5 (5.5) 19 (en 1 serie) 44 (en 2 series de 22)
F-DRIVESOLAR 2415		3x 190-520			18		18	5 (3.7) 10 (7.5) 24 (en 2 series de 12) 66 (en 3 series de 22)
F-DRIVESOLAR 2415MP		N/A						
F-DRIVESOLAR 2418		3x 190-520						
F-DRIVESOLAR 2418MP		N/A						
F-DRIVESOLAR 2425		3x 190-520						
F-DRIVESOLAR 2425MP	170 - 850	3x 190-520	> 644	3 x 230 ó 460 V	25	7.5 (5.5) 15 (11) 36 (en 3 series de 12) 88 (en 4 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2430		N/A			30	10 (7.5) 20 (15) 51 (en 3 series de 17) 110 (en 5 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2430MP		3x 190-520			80	38 12.5 (9.3) 25 (18.5) 60 (en 3 series de 20) 132 (en 6 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2438					80	48 15 (11) 30 (22) 80 (en 4 series de 20) 154 (en 7 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2448					120	65 20 (15) 40 (30) 100 (en 5 series de 20) 198 (en 9 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2465					120	65 20 (15) 40 (30) 100 (en 5 series de 20) 198 (en 9 series de 22)		
F-DRIVESOLAR 2485					85	25 (18.5) 50 (37) 120 (en 6 series de 20) 242 (en 11 series de 22)		



Table 22 Three-Phase Motor Specifications (60 Hz) 3450 rpm

TYPE	MOTOR MODEL PREFIX	RATING					LINE TO LINE RESISTANCE OHMS	EFFICIENCY %	F.L.	LOCKED ROTOR AMPS	KVA CODE
		HP	KW	VOLTS	HZ	S.E.					
234307		200	60	15	8.3	4800	20.5	5500	68-85	78	116 K
234307		230	60	15	9.9	4800	17.8	5500	91-11	78	102 K
234347	5	380	60	15	9.6	4800	10.8	5500	25-32	78	602 K
234327		460	60	15	8.0	4800	8.9	5500	3.6-4.4	78	78 53.7 K
234357		575	60	15	6.4	4800	7.1	5500	5.6-6.9	78	78 41.8 K

## Diseño del arreglo solar fotovoltaico

Voltage		3 x 208-240 V											
Installation environment		Min. ambient temperature [-10 (14)]											
		Max. ambient temperature [60 (140)]											
		Max. relative humidity [%] 100											
Electrical data		DC minimum MPP voltage [VDC] 230											
		DC recommended MPP voltage [VDC] 290-336											
		DC maximum input voltage [VDC] 400											
		AC input voltage [VAC] 208-240											
		AC rated output voltage [VAC] 220											
		Min. frequency [Hz] 5											
		Max. frequency [Hz] 60											
		Phases 3											
		Enclosure class IP66											
3.2.1 Low voltage range (3 x 208-240 V)													
Electrical data													
Power [kW (hp)]	Product number	Max. P2 [kW (hp)]	Rated output current [A]										
1.5 (2)	99090622	1.5 (2)	8										
2.2 (3)	99090633	2.2 (3)	11										
3.0 (4)	99090634	3.0 (4)	12.5										
4.0 (5)	99090635	4.0 (5)	18										
5.5 (7.5)	99090636	5.5 (7.5)	24.2										
7.5 (10)	99090637	7.5 (10)	31										
11 (15)	99090638	11 (15)	48										
15 (20)	99090639	15 (20)	62										

Risen solar technology



### ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number: RSM144-0-410U  
Rated Power in Watts-Pmax(Wp) 410  
Open Circuit Voltage-Voc(V) 48.90  
Short Circuit Current-Isc(A) 10.70  
Maximum Power Voltage-Vmp(V) 40.55  
Maximum Power Current-Impp(A) 10.10  
Module Efficiency (%) 20.4

Vertex

ELECTRICAL DATA (STC)	
PeakPower Watts-Pmax(Wp)*	550
Power Tolerance-Pw±(W)	0 ~ +5
MaximumPower Voltage-Vmp(V)	31.6
MaximumPower Current-Imp(A)	17.40
OpenCircuitVoltage-Voc(V)	37.9
ShortCircuitCurrent-Isc(A)	18.52
ModuleEfficiency η-(%)	21.0

First Solar



### ELECTRICAL DATA (STC)

NOMINAL VALUES  
Nominal Power(-0/+5%) Pmax (W) 440  
Efficiency (%) % 17.8  
Voltage at Pmax Vmax (V) 184.7  
Current at Pmax Imax (A) 2.38  
Open Circuit Voltage Vdc (V) 220.0  
Short Circuit Current Isc (A) 2.55  
Maximum System Voltage Vsys (V) 1500<sup>+</sup>  
Limiting Reverse Current Isr (A) 5.0  
Maximum Series Fuse Icf (A) 5.0

Voltaje de motor= 220V  
Voltaje recomendado de MPPT = 290V  
Corriente del motor a 220V = 17.9A

$$\text{No. Módulos en serie (mín)} = 290V \div 42.8V = 6.7 \quad \text{No. Módulos en paralelo} = 17.9A \div 11.69A = 1.53$$

No. Módulos en serie (max) =  $400V \div 42.8V = 9.3$

No. Módulos en paralelo = 2

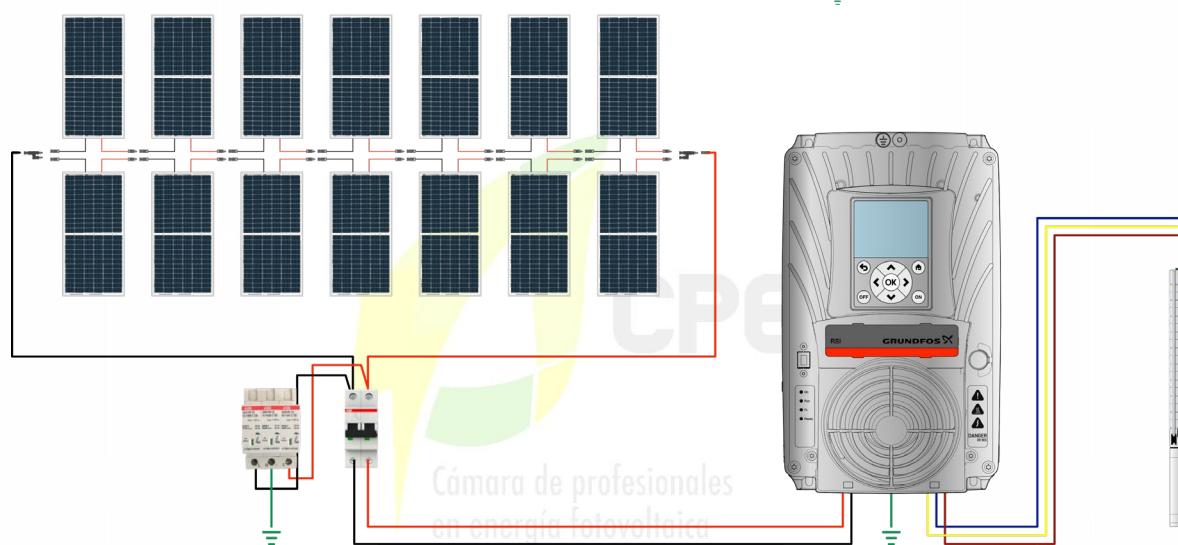
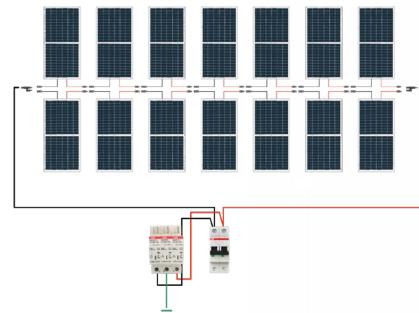
No. Módulos en paralelo = 2

No. Módulos en serie mín = 7

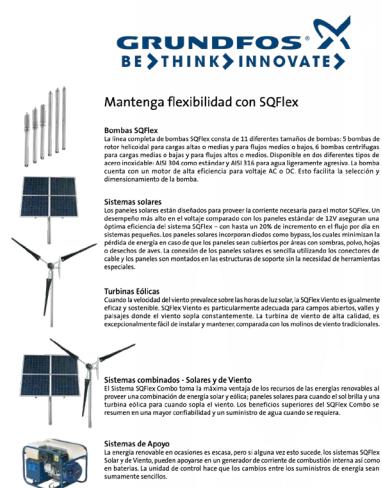
No. Módulos en serie max = 9



ELECTRICAL DATA (STC)	
PeakPower	Watts-Pmax(Wp)*
Power OutputTolerance	-Pmax(W)
MaximumPower Voltage	Vmp(V)
MaximumPower Current	Ivp(A)
Open Circuit Voltage	Voc(V)
Short Circuit Current	Isc(A)
Module Efficiency	$\eta$ (%)

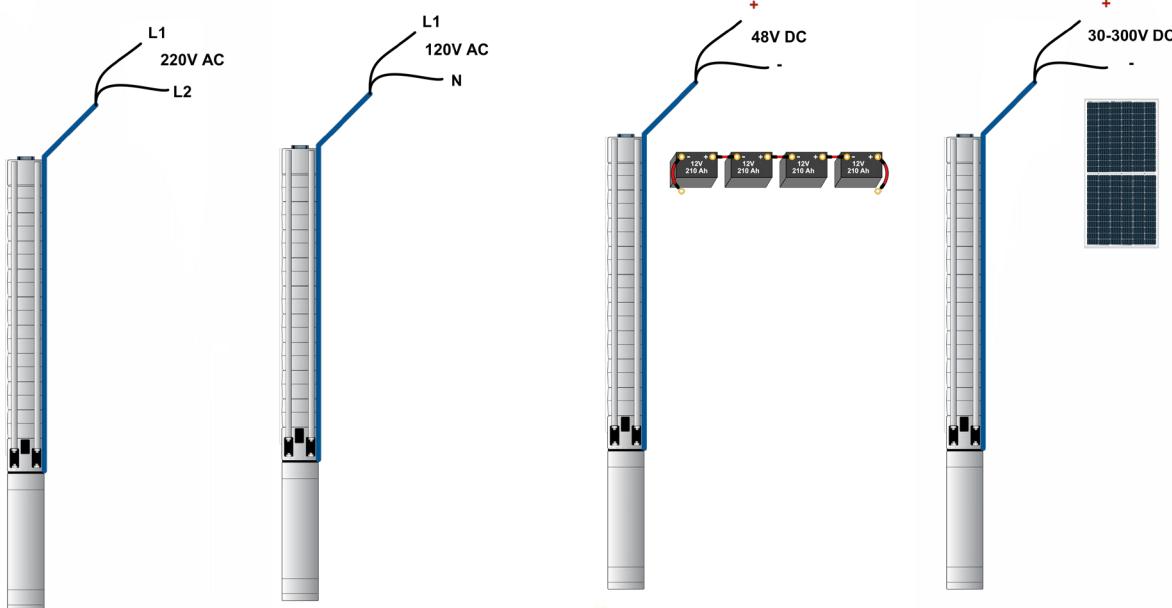


# Bombas de CD

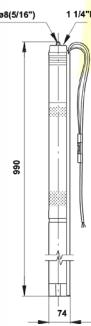
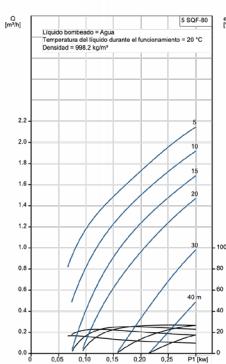


## GRUNDFOS SQFLEX

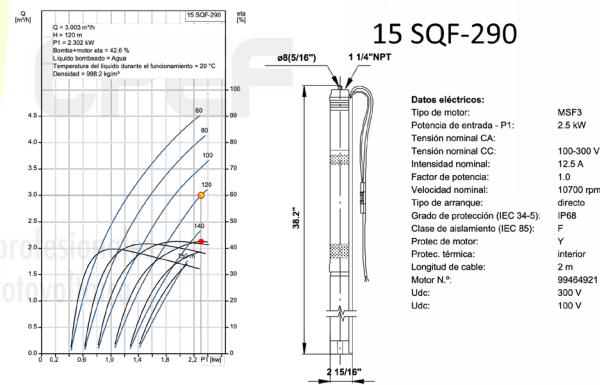
**CFE**



## GRUNDFOS SQFLEX

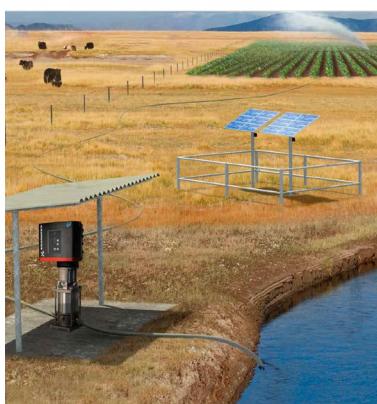


**5 SQF-80**

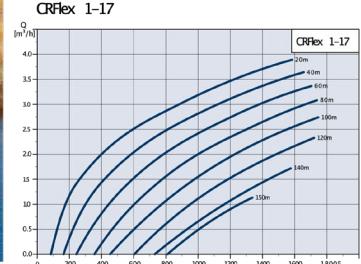


**15 SQF-290**

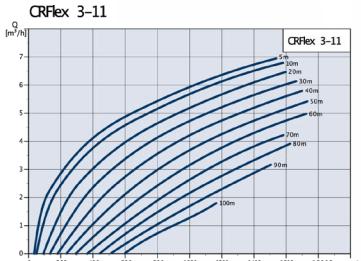
## CRFLEX



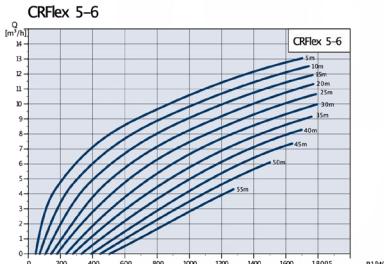
**CRFLEX 1-17**



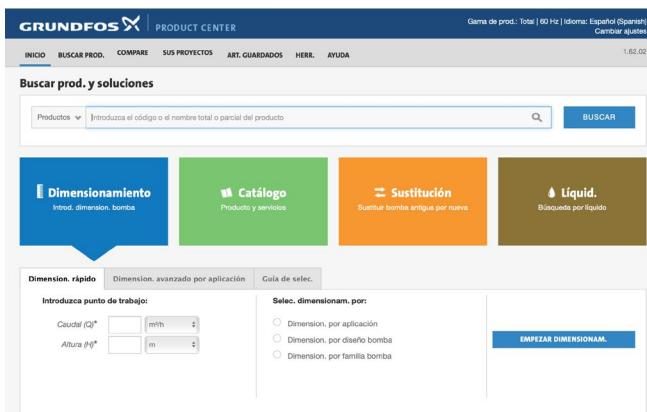
**CRFlex 3-11**



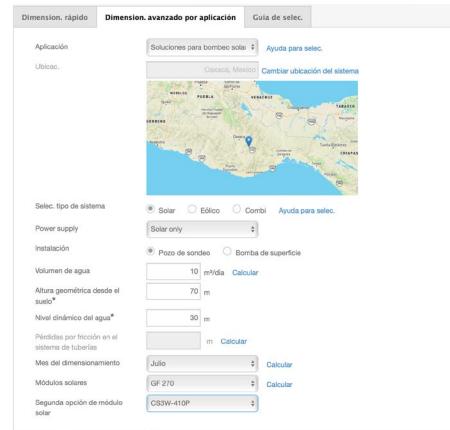
**CRFlex 5-6**



## Software de diseño Grundfos



The screenshot shows the Grundfos Product Center interface. At the top, there's a navigation bar with links like INICIO, BUSCAR PROD., COMPARAR, SUS PROYECTOS, ART. GUARDADOS, HERR., and AYUDA. Below the navigation is a search bar labeled "Buscar prod. y soluciones" with a dropdown menu for "Productos". To the right of the search bar are buttons for "BUSCAR" and "Cambiar ajustes". Below the search bar are four main buttons: "Dimensionamiento" (blue), "Catálogo" (green), "Sustitución" (orange), and "Líquid." (brown). Further down, there are tabs for "Dimension. rápido", "Dimension. avanzado por aplicación", and "Guía de selec.". On the left, there's a section for "Introduzca punto de trabajo:" with fields for "Caudal (l/s)" and "Altura (m)". On the right, there's a section for "Selec. dimensionam. por:" with three radio button options: "Dimension. por aplicación", "Dimension. por diseño bomba", and "Dimension. por familia bomba". A large blue button at the bottom right says "EMPEZAR DIMENSIONAM.".



This screenshot shows the "Dimensionado rápido" (Fast Dimensioning) tool. It includes a map of Mexico with a location marker set on Coatzacoalcos, Mexico. Below the map, there are sections for "Aplicación" (set to "Soluciones para bombeo solar"), "Ubicac.", "Selc. tipo de sistema" (radio buttons for Solar, Edifico, Combi, with "Solar" selected), "Power supply" (radio buttons for Solar only, Poco de sondeo, Bomba de superficie, with "Solar only" selected), "Instalación" (fields for Volumen de agua, Altura geométrica desde el suelo, Nivel óptimo del agua, Perdidas por fricción en el sistema de tuberías, Mes del dimensionamiento, Módulos solares, and Segunda opción de módulo solar), and several "Calcular" (Calculate) buttons.

## Software de diseño Franklin



The screenshot shows the Franklin software interface. It features two main sections: "CÁLCULO GUIADO" (Guided Calculation) on the left and "CÁLCULO RÁPIDO" (Rapid Calculation) on the right. The "CÁLCULO GUIADO" section has a dark background with text about experience in the pumping industry and a "Iniciar" button. The "CÁLCULO RÁPIDO" section also has a dark background with text about knowing system data and a "Iniciar" button. Between these sections is a central area with a water pump image and a mathematical formula:  $G = \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g}$ .



This screenshot shows the "DIMENSIONAMIENTO DE PRODUCTO" (Product Dimensioning) tool. It has a header "DIMENSIONAMIENTO DE PRODUCTO" and "Parámetros de Aplicación". Below this is a "Punto de Operación" section with a "APLICACIÓN" dropdown set to "FLUIDO" and a "CARGA DINÁMICA TOTAL" dropdown with a "M" icon. There are buttons for "Borrar", "GPM", "Calcular Carga Dinámica Total", and "DIMENSIONAR SISTEMA".



## Tierras físicas, NOM 001 SEDE

José Antonio López Aguayo

### Módulo 21 NOM 001 SEDE 2012

#### Objetivo

El participante identificará la NOM 001SEDE 2012 como fundamento para una instalación segura y confiable.

1. Cumplimiento con lo que aplica de la NOM-001-SEDE-2012.
2. Cumplimiento con lo que indica el Artículo 690 en lo referente a:
  - a) Conductores
  - b) Canalizaciones
  - c) Puesta a tierra
  - d) Protecciones.
3. Cumplimiento con lo que debe incluir un diagrama unifilar.
4. Seguridad de las personas.
5. Seguridad y operatividad de los equipos.
6. Revisión de errores más comunes en las instalaciones de incumplimiento con la NOM.

#### Condiciones de Seguridad en generación distribuida

- DACG aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012
- Sistema de Puesta a Tierra,
- Diagrama Unifilar General y
- Mantenimiento de acuerdo con la NOM-029 de la STPS

#### DACG

#### 1.4 Definiciones y acrónimos.

**Punto de interconexión:** Punto donde se delimitan las fronteras operativas y de responsabilidad entre el Distribuidor y la Red Particular en donde se encuentra la Central Eléctrica con capacidad menor a 0.5 MW.

#### OBJETIVOS DEL CURSO

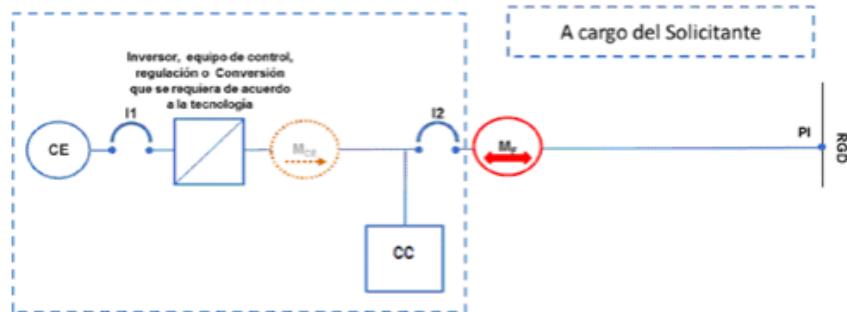
1. Cumplimiento con lo que aplica de la NOM-001-SEDE-2012.
2. Cumplimiento con lo que indica el Artículo 690 en lo referente a:
  - a) Conductores
  - b) Canalizaciones
  - c) Puesta a tierra
  - d) Protecciones
3. Cumplimiento con lo que debe incluir un diagrama unifilar.
4. Seguridad de las personas.

5. Seguridad y operatividad de los equipos.
6. Revisión de errores más comunes en las instalaciones de incumplimiento con la NOM.
7. Revisión de aspectos normativos básicos señalados en la DACG.

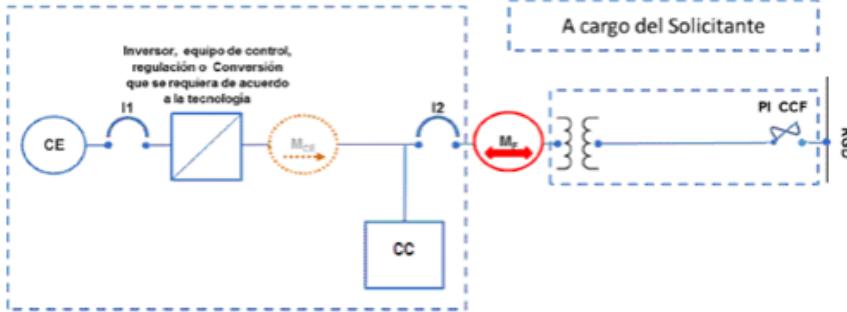
## DACG

(a) Esquemas de interconexión para Centrales Eléctricas con Centros de Carga asociados al mismo medidor MF:

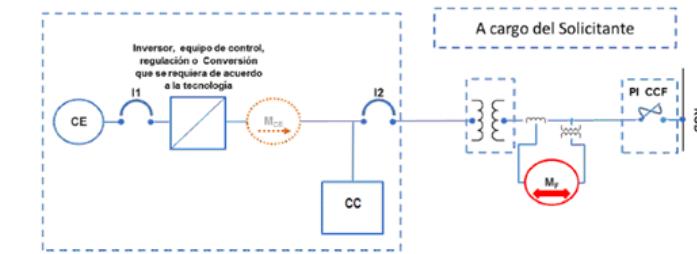
(i) Centrales eléctricas Tipo BT



(ii) Centrales eléctricas Tipo MT1

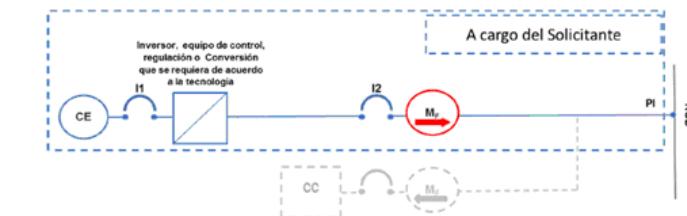


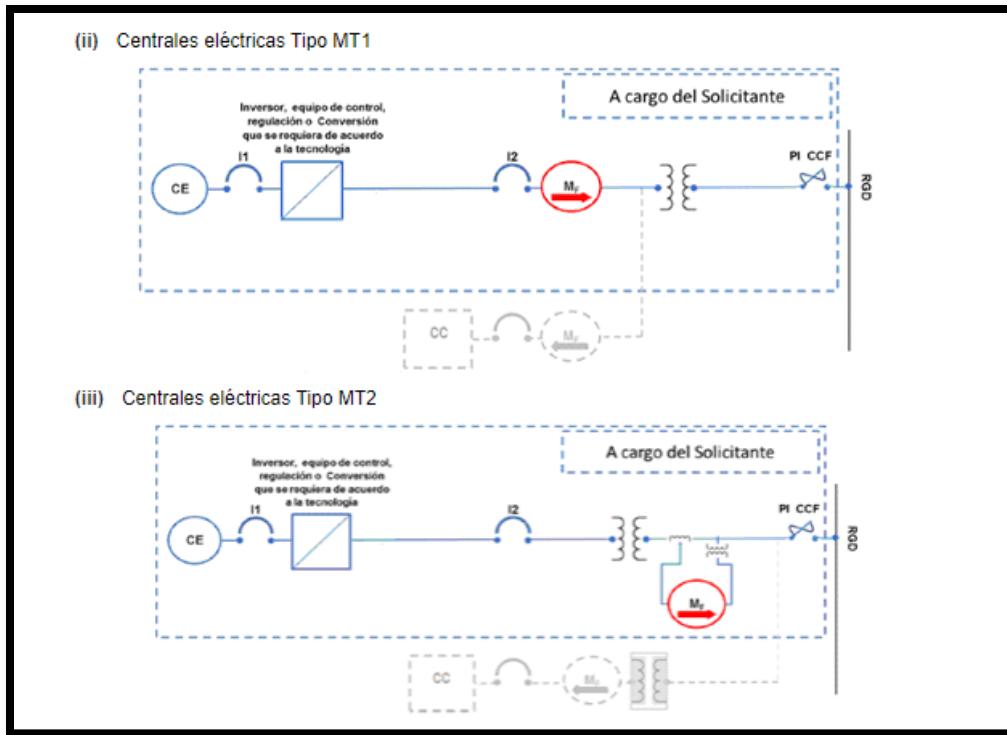
(iii) Centrales eléctricas Tipo MT2



(b) Esquemas de interconexión para Centrales Eléctricas sin Centros de Carga, o con Centros de Carga en el mismo Punto de interconexión con medición independiente:

(i) Centrales eléctricas Tipo BT





#### 4. Dispositivos de desconexión

Los interruptores, o dispositivos de protección y desconexión (I1 e I2) utilizados en las Centrales Eléctricas de Generación Distribuida para desconectarse en caso de fallas de la propia Central Eléctrica o de las Redes Generales de Distribución, deben seleccionarse acorde a las características del tipo de Central Eléctrica instalada y el tipo de corriente en el punto en donde se instalen (corriente directa o corriente alterna) y, en su caso, a la NOM-001-SEDE-2012 "Instalaciones Eléctricas (Utilización)".

#### 4. Dispositivos de desconexión

El interruptor de desconexión de la Central Eléctrica (I1) ubicado a la salida de la Central Eléctrica, puede ser un interruptor termo-magnético o de fusibles, o el que mejor se adecúe a las características del tipo de central, siempre y cuando cumplan con la regulación correspondiente, y que permita la desconexión de la Central Eléctrica de cualquier dispositivo al que se encuentre conectado. La calibración para la operación del Interruptor I1 por sobre-corriente se determina en función de la potencia máxima de salida de Central Eléctrica.

**Indicaciones del fabricante para utilización de los materiales y equipos.**

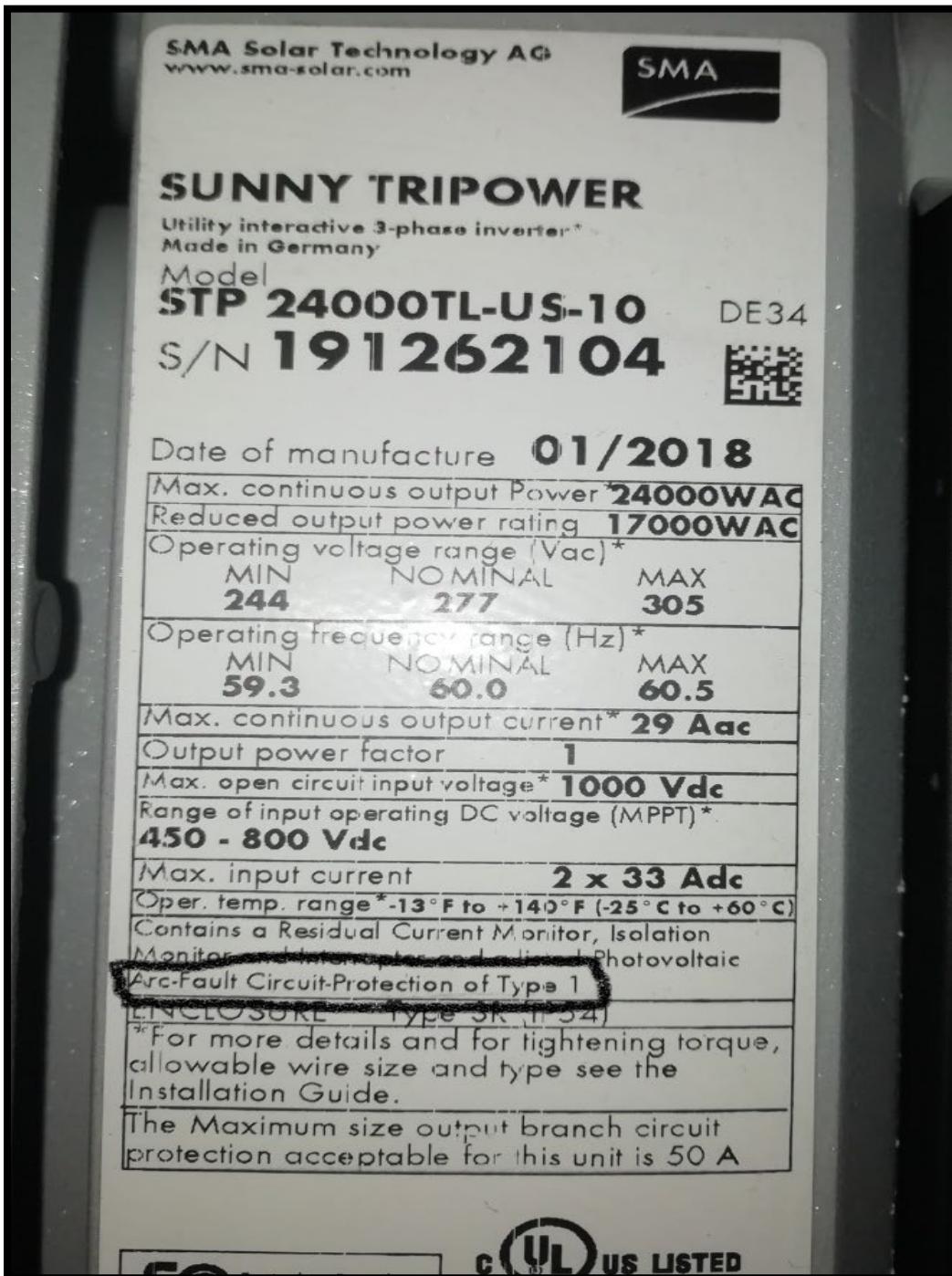
**Subsección 110 – 3 b).**

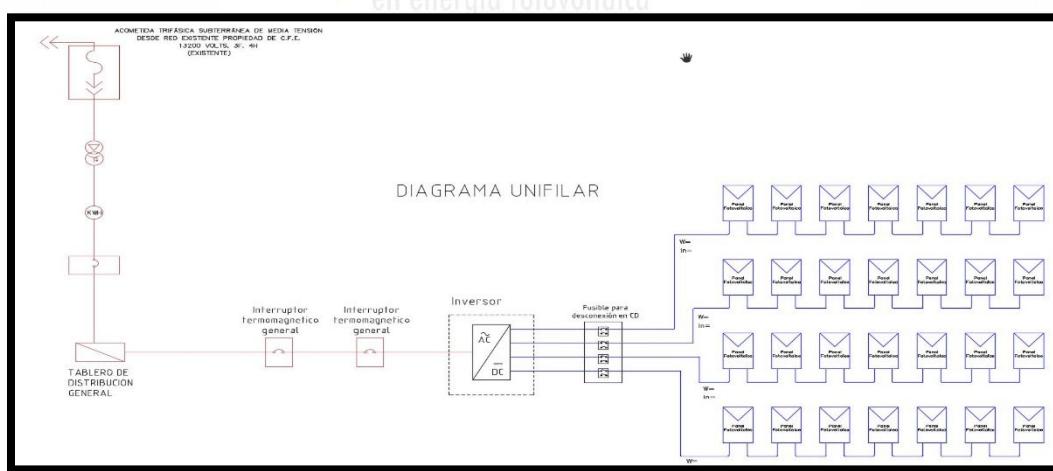
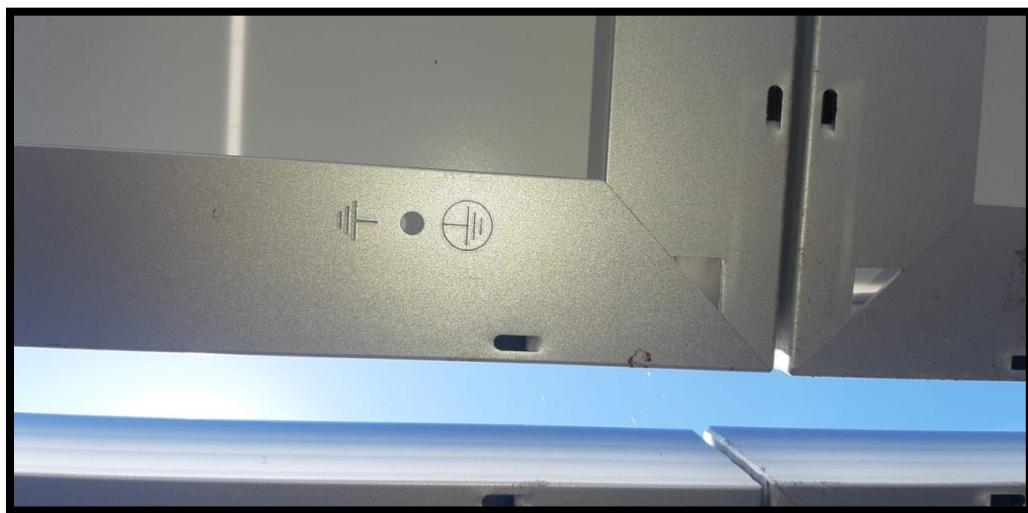
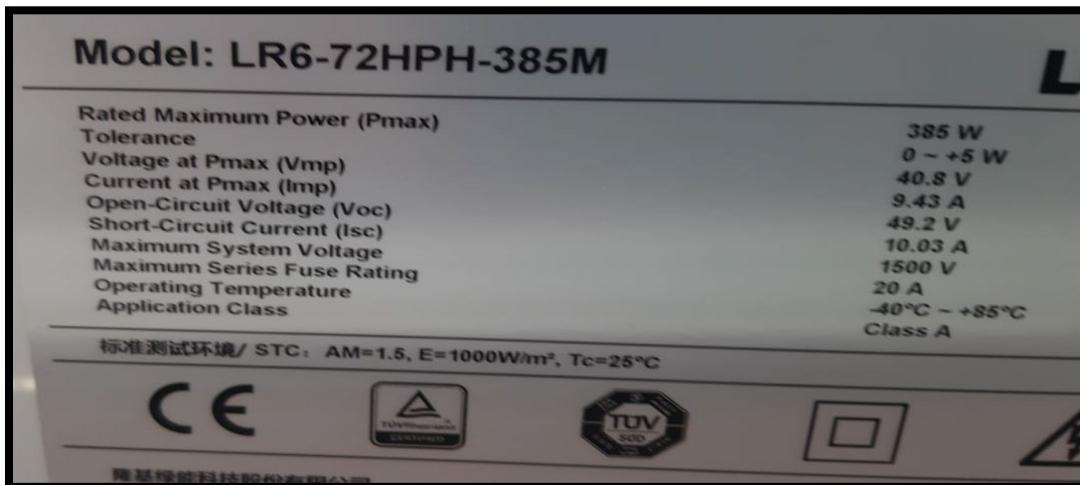
110-3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

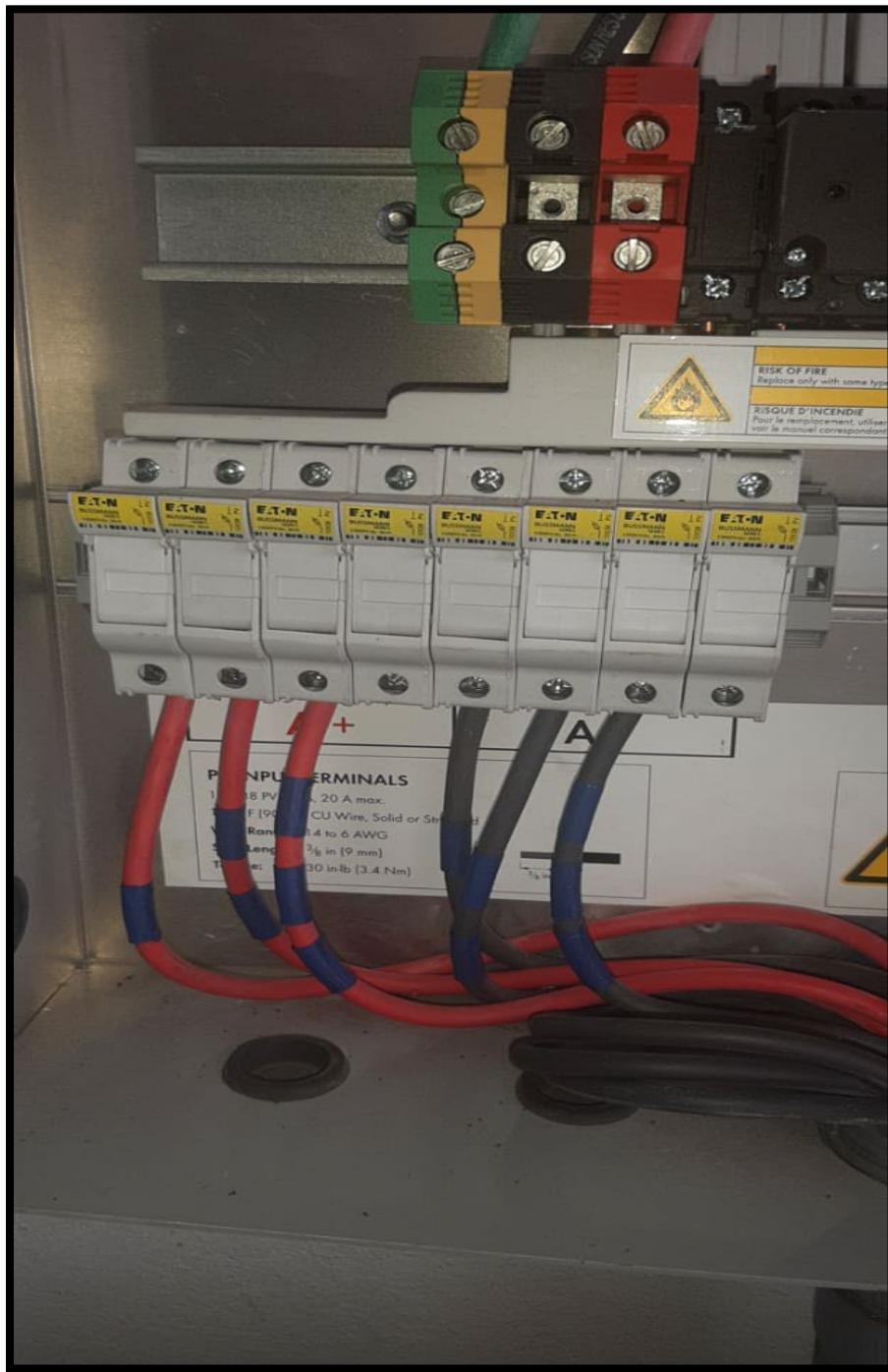
b) Instalación y uso. Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.

<b>Tipo de panel</b>	Policristalino
<b>Potencia</b>	100W
<b>Max. Voltaje</b>	17,3v
<b>Voltaje circuito abierto (Voc)</b>	20,6v
<b>Corriente de cortocircuito (Isc)</b>	6,88A
<b>Corriente de trabajo (Iop)</b>	5,79A
<b>Marco</b>	Aluminio resistente
<b>Tamaño</b>	996 x 665 x 35mm
<b>Peso</b>	9,2Kg



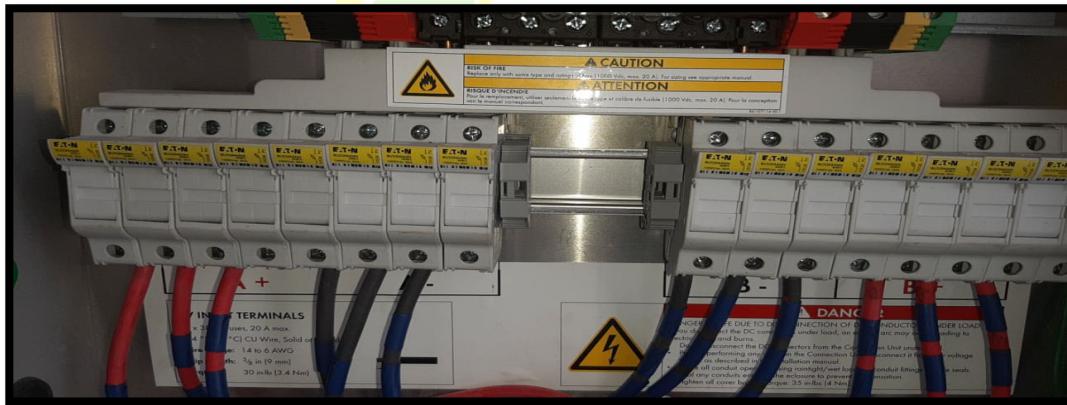


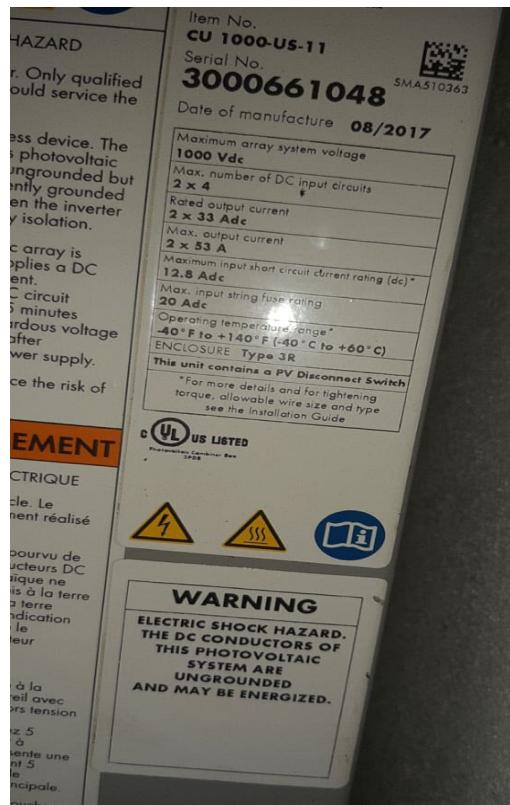












NOM-001-SEDE-2012

## Artículo 690. Sistemas solares fotovoltaicos.

### Sección 690-4 Instalación.

#### Subsección 690 – 4 a).

**a) Sistema fotovoltaico.** Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía eléctrica a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier otro sistema de suministro de energía eléctrica.

#### Parte E. Puesta a tierra.

##### Subsección 690 – 43. Puesta a tierra del equipo

**b) Requerimiento de conductor de puesta a tierra de equipo.** Se requiere, de acuerdo con 250-110, un conductor de puesta a tierra del equipo, entre un arreglo fotovoltaico y otro equipo.

**c) Estructura como conductor de puesta a tierra.** Dispositivos aprobados para poner a tierra los bastidores metálicos de los módulos fotovoltaicos u otros equipos, se permitirán para unir las superficies del metal expuesto u otro equipo a las estructuras de montaje. Las estructuras metálicas de montaje, que no sean del edificio, utilizados para fines de puesta a tierra serán identificadas como conductores de puesta a tierra de equipos, o tendrán puentes de unión identificados o dispositivos conectados entre las distintas secciones metálicas y estarán unidos al sistema de puesta a tierra.

#### Artículo 250. Puesta a tierra y unión.

##### Sección 250 – 110. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos).

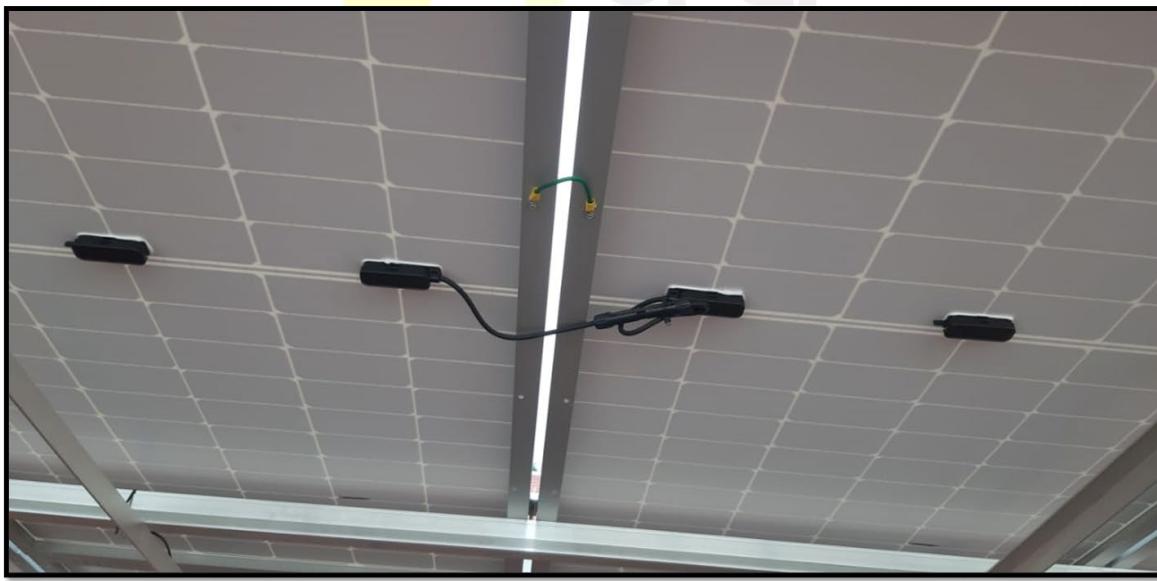
Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1) Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros horizontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos.
- 2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados.
- 3) Si están en contacto eléctrico con metales.

## Artículo 250. Puesta a tierra y unión.

### Sección 250 – 118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.

- 1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre.
- 2) Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC.
- 3) Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC.
- 4) Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.
- 5) Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC, que cumpla todas las siguientes condiciones.
- 6) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC,
- 7) Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT, que termina en accesorios aprobados y que cumple todas las siguientes condiciones:
- 8) La armadura del cable tipo AC, como se establece en 320-108.
- 9) La cinta de cobre de cable con aislamiento mineral y forro metálico Tipo MI.
- 10) Cable con blindaje metálico Tipo MC que brinda una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra de acuerdo con uno o más de lo siguiente:
- 11) Charola porta cables, como se permite en 392-10 y 392-60.
- 12) El armazón de ensambles de cables aislados, como se permite en 370-3.
- 13) Otras canalizaciones metálicas aprobadas, eléctricamente continuas y canales auxiliares aprobados.
- 14) Canalizaciones metálicas superficiales adecuadas aprobadas para puesta a tierra.





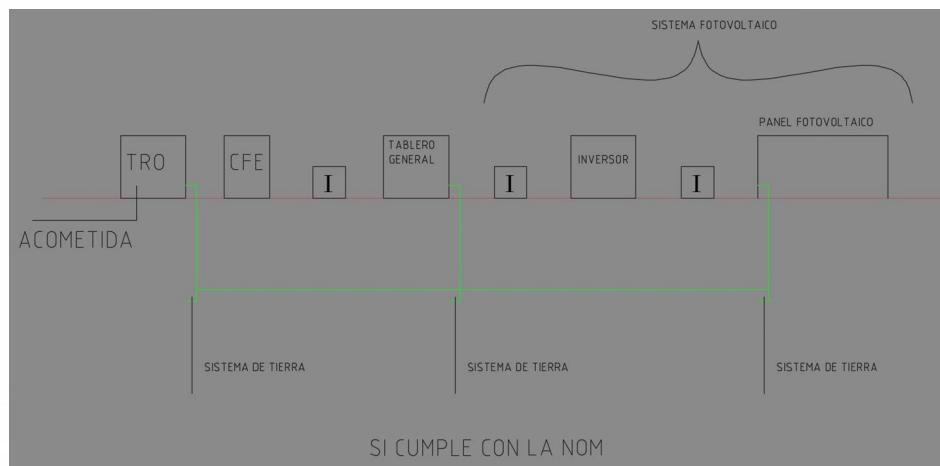
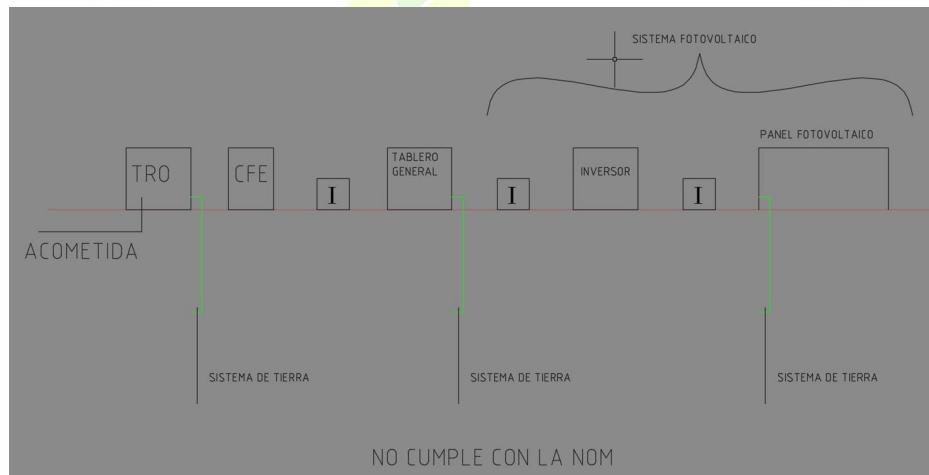
## Artículo 250. Puesta a tierra y unión.

### Sección 250 – 50. Sistema de electrodos de puesta a tierra.

Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en 250-52(a)(1) hasta (a)(7), que estén presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra especificados en 250-52(a)(4) hasta (a)(8). En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra puede ser mayor que 25 ohms.

**NOTA:** En el terreno o edificio pueden existir electrodos o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartar rayos, entre otros, y todos han de conectarse entre sí.

**Excepción:** No se exigirá que los electrodos recubiertos de concreto en los edificios o estructuras existentes, sean parte del sistema de electrodos de puesta a tierra, cuando las varillas de acero de refuerzo no estén accesibles sin dañar el concreto.





Current Classification 4



## Tierras físicas, NOM 001 SEDE

José Antonio López Aguayo

### Módulo 22 Sistemas de Puesta a tierra, normatividad en SF

#### Objetivo

El participante identificará y señalará el protocolo de en marcha y su importancia; Identificará un Sistema de Puesta a Tierra, especificaciones, elementos, diseño.

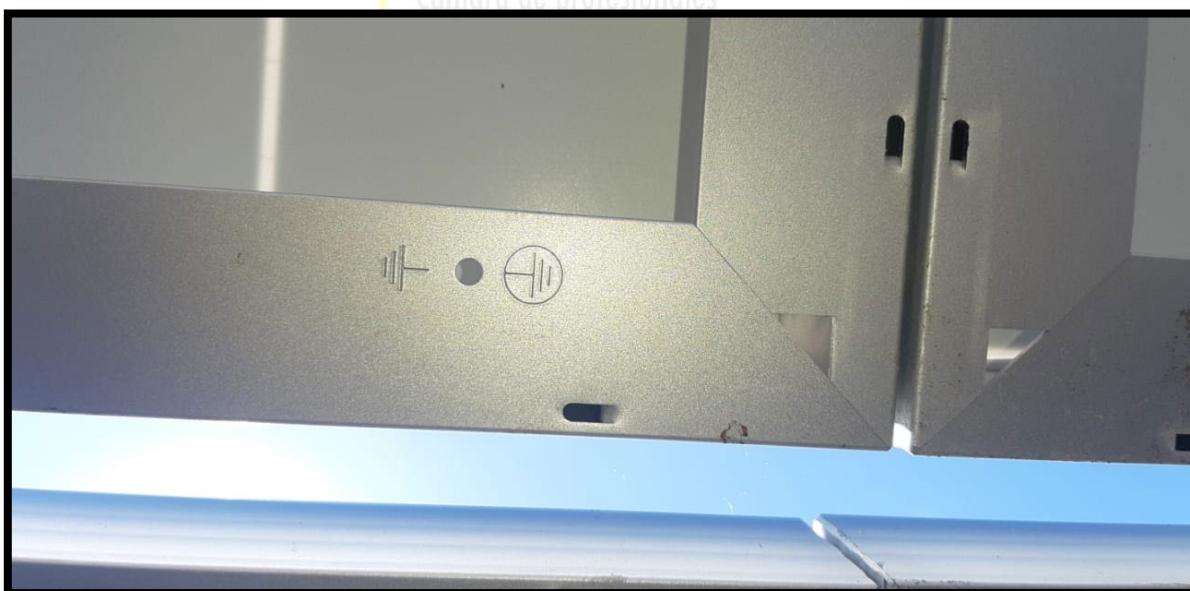
### ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

#### PARTE E. PUESTA A TIERRA

##### Sección 690 – 43. Puesta a tierra del equipo.

**Subsección 690 43 a) Equipo con requerimiento de puesta a tierra.** Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente, de bastidores de módulos fotovoltaicos, equipo eléctrico y envolventes de conductores deben ser puestos a tierra de acuerdo con 250- 134 o 250-136(a), sin importar la tensión

**Subsección 690 – 43 e) Módulos adyacentes.** Los dispositivos aprobados para unión de bastidores metálicos de módulos fotovoltaicos, se permite utilizarlos como unión entre los bastidores metálicos expuestos de los módulos fotovoltaicos y los bastidores metálicos de módulos fotovoltaicos adyacentes



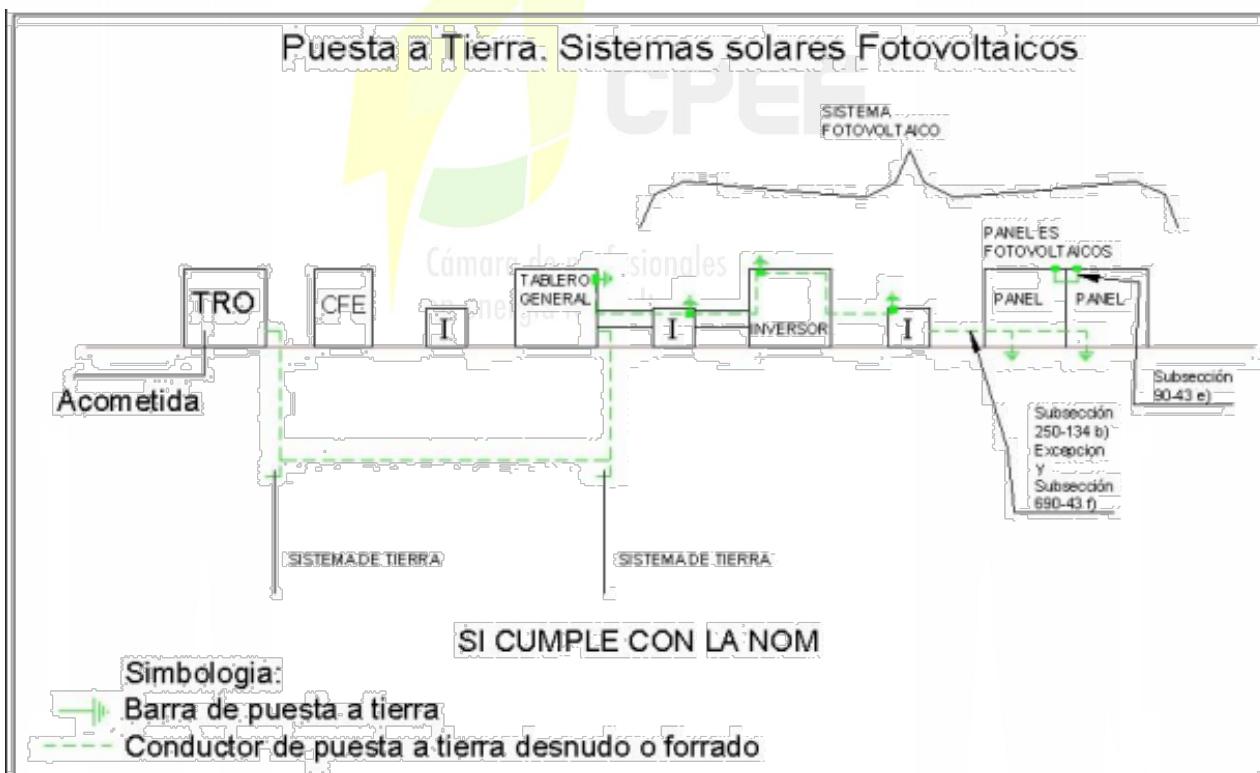
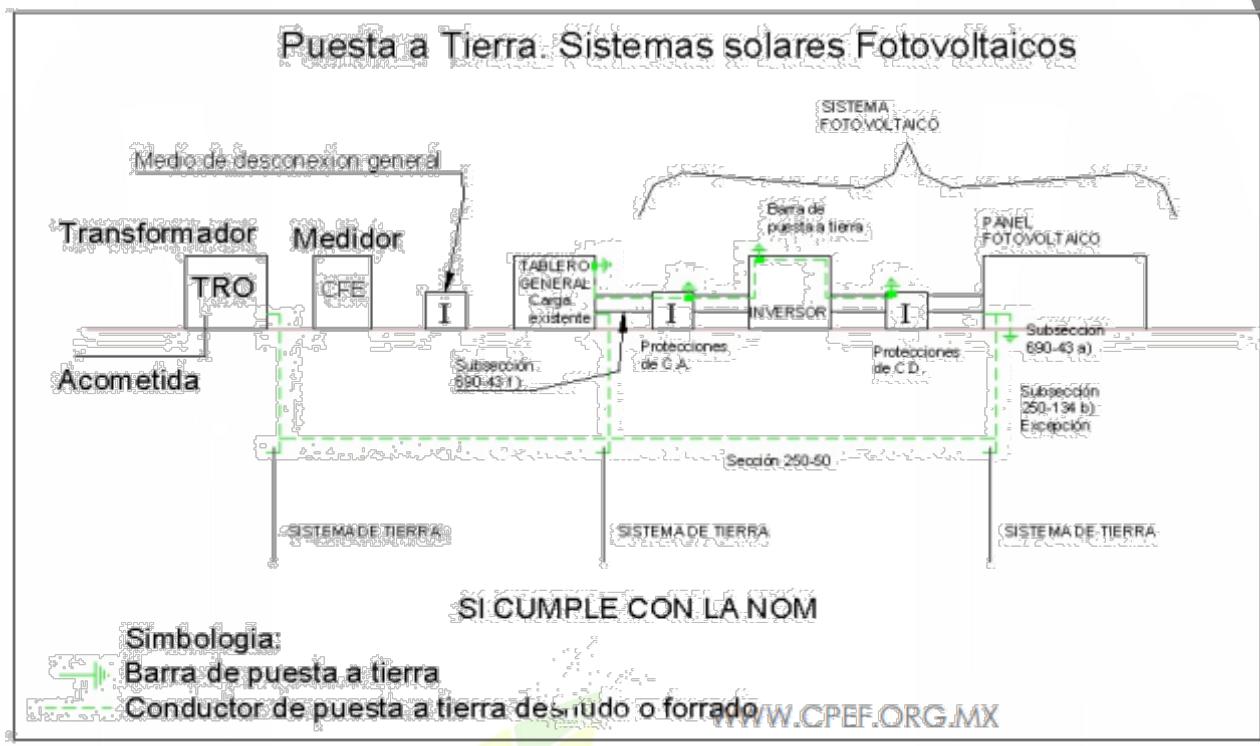


**Subsección 690 43 f) Todos los conductores juntos.** Los conductores de puesta a tierra del equipo para el arreglo fotovoltaico y la estructura fotovoltaica (cuando se instale), deben estar contenidos dentro de la misma canalización o cable o estar tendidos de otra manera junto con los conductores del circuito del arreglo fotovoltaico, cuando tales conductores del circuito salgan cerca del arreglo fotovoltaico.

**250-134. Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) – Puesta a tierra.**

**b) Con conductores de circuito.** Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra de equipos, contenido dentro de la misma canalización, cable, o que de otra forma se lleve junto con los conductores del circuito.

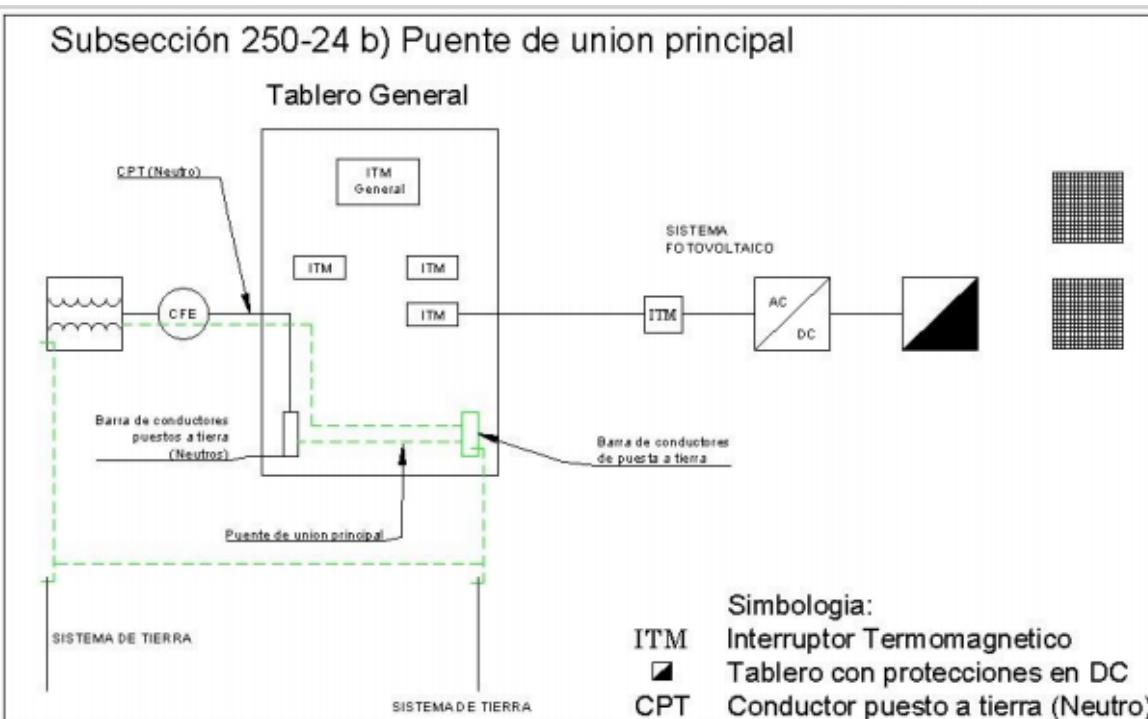
**Excepción 2:** Para circuitos de corriente continua, se permitirá que se lleve el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.



## ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN

### 250-24. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida.

**b) Puente de unión principal.** Para un sistema puesto a tierra, se debe utilizar un puente de unión principal sin empalmes para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos y la envolvente del medio de desconexión de acometida, al conductor puesto a tierra dentro de la envolvente, para cada medio de desconexión de acometida, de acuerdo a 250-28.



### 250 – 66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

**NOTA:** Ver 250-24(c) para el tamaño de un conductor del sistema de corriente alterna llevado al equipo de acometida.

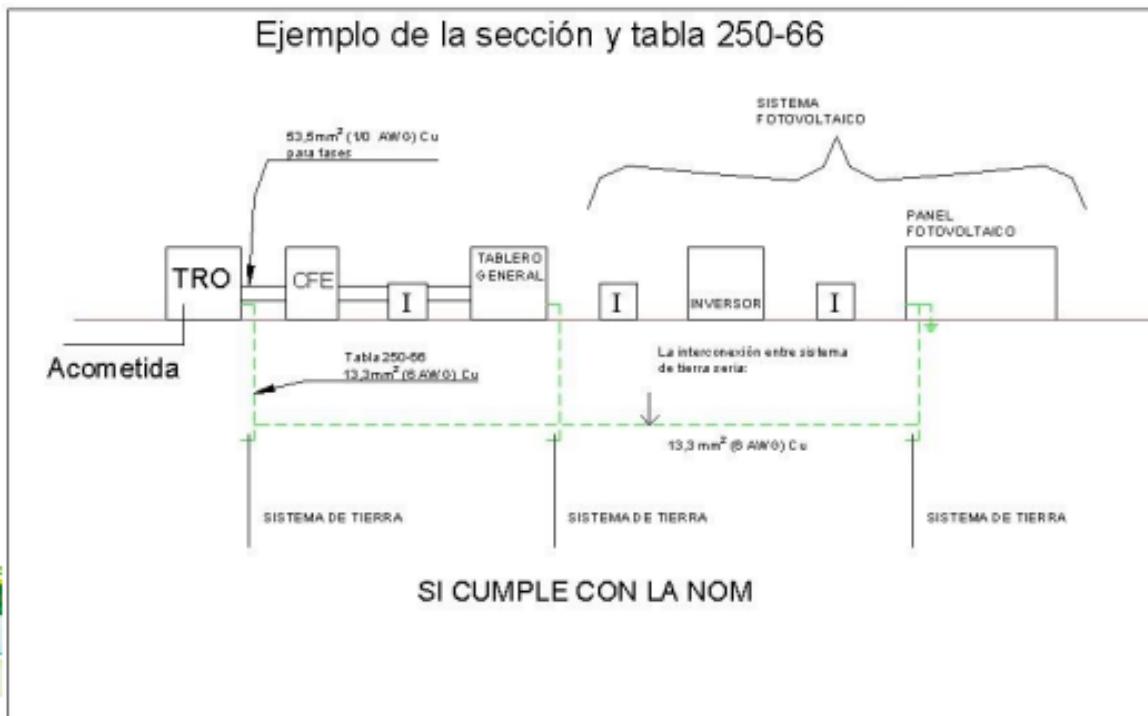




Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo <sup>a</sup>				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio <sup>b</sup>	
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

### CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.



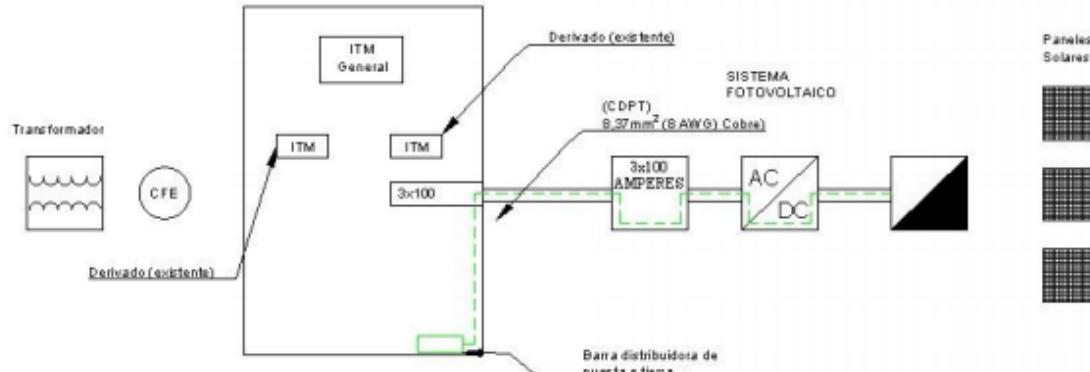
## 250 – 122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (ampères)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	2/0
1600	107	4/0	177	3/0
2000	127	2/0	203	4/0
2500	177	3/0	304	6/0
3000	203	4/0	304	6/0
4000	253	5/0	380	7/0
5000	355	7/0	608	12/0
6000	405	8/0	608	12/0

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.  
 \*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

**Tabla 250-122**  
Conductores de puesta a tierra

### Tablero General



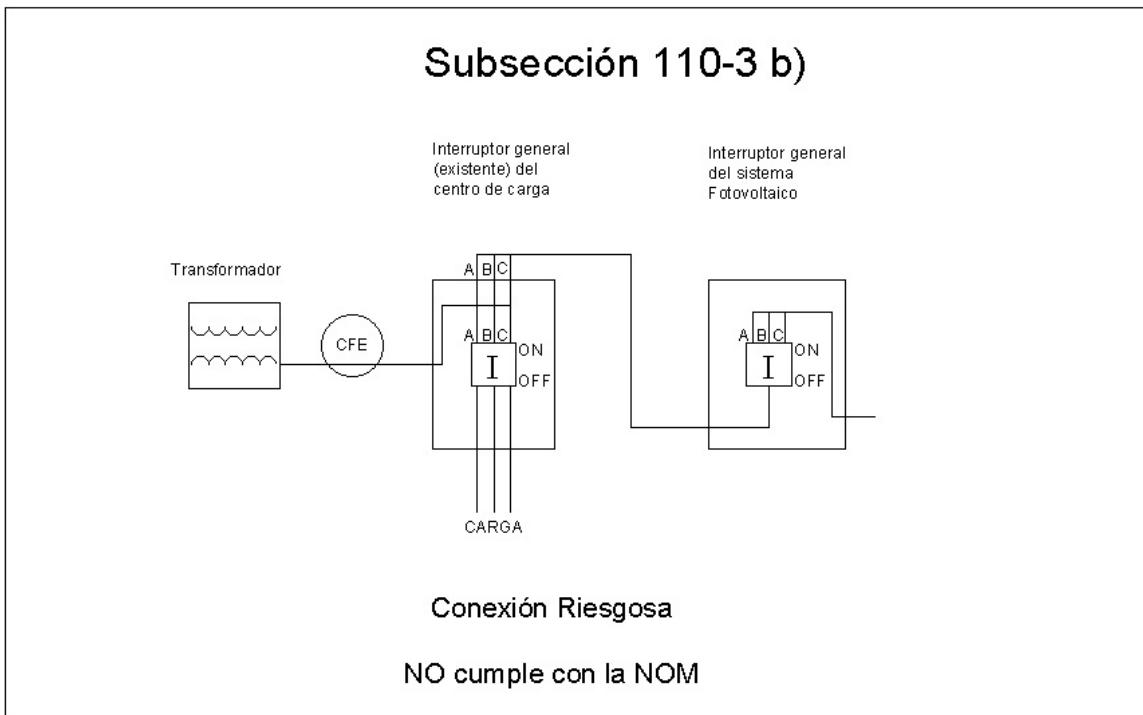
### Simbología:

- ITM      Interruptor Termomagnético
- █      Tablero con protecciones en DC
- CDPT      Conductor de puesta a tierra

## ARTÍCULO 110. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

### Subsección 110 – 3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

**b) Instalación y uso.** Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.



### Subsección 110 – 14. Conexiones eléctricas.

**b) Empalmes.** Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados deben estar aprobados para ese uso.

## ARTÍCULO 240. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

**240-81. Indicación.** Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o cerrada (on).

Cuando las palancas de los interruptores automáticos se accionen verticalmente y no de forma rotacional ni horizontal, la posición de circuito cerrado (on) debe ser con la palanca hacia arriba.

### Subsección 240-24. Ubicación en o sobre los inmuebles.

a) Accesibilidad. Los dispositivos de sobre corriente deben estar fácilmente accesibles y se deben instalar de manera que el centro de la manija de operación del interruptor o del interruptor automático, cuando está en su posición más alta, no quede a más de 2.00 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo, a menos que se presente alguna de las situaciones siguientes:

## ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

### Sección 690 – 17. Desconectadores o interruptores automáticos.

El medio de desconexión para los conductores de fase debe consistir en uno o varios interruptores o interruptores automáticos operados manualmente y deben cumplir con todos los requisitos siguientes:

- 1) Estar ubicado donde sea fácilmente accesible
- 2) Ser operable desde el exterior sin que el operador se exponga al contacto con partes vivas.
- 3) Estar claramente marcado para indicar cuándo está en la posición de abierto o cerrado.
- 4) Tener una capacidad de interrupción suficiente para la tensión del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea de los equipos.

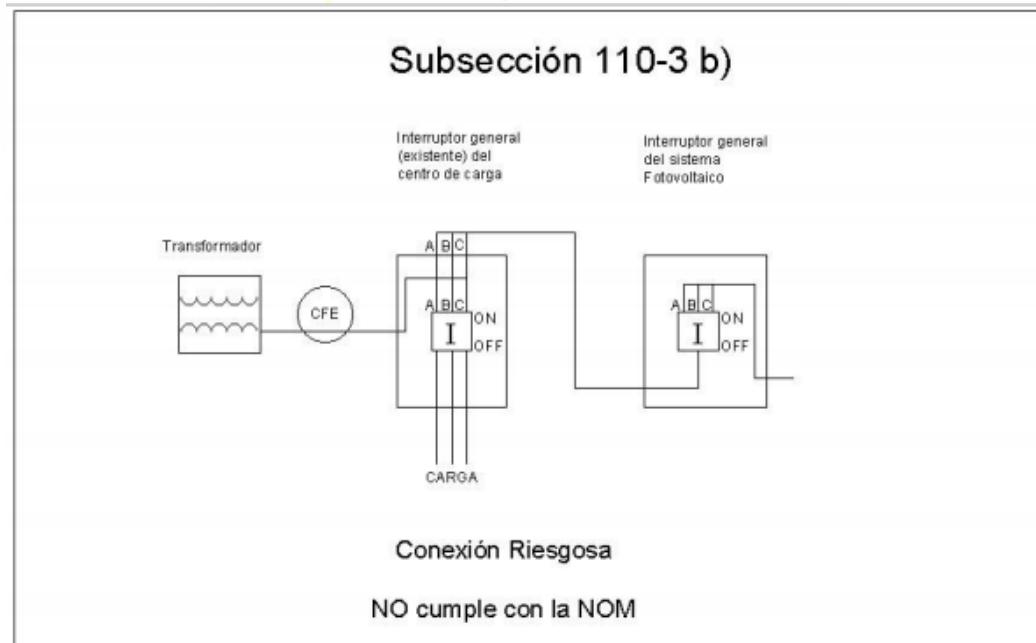
Cuando todos los terminales de los medios de desconexión se puedan energizar estando en la posición de abierto, se debe instalar, en el medio de desconexión o lo más cerca posible del mismo, un anuncio claramente legible que indique lo siguiente:



## ARTÍCULO 110. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

### Subsección 110 – 3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

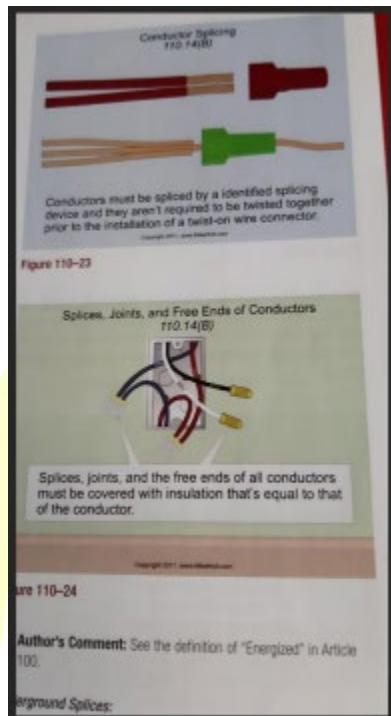
**b) Instalación y uso.** Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.



## Subsección 110 – 14. Conexiones eléctricas.

**b) Empalmes.** Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados, deben estar aprobados para ese uso.



## ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN.

### Subsección 250 – 148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas.

**c) Cajas metálicas.** Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra aprobados.



## ARTÍCULO 314. CAJAS PARA SALIDA, EMPALME, UNIÓN O JALADO

**Subsección 314-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme.**

### c) Cajas.

2) Con empalmes, derivaciones o dispositivos. Sólo se permitirá que aquellas cajas que han sido marcadas con su volumen de forma durable y legible por el fabricante, contengan empalmes, derivaciones o dispositivos. El número máximo de conductores se debe calcular de acuerdo con 314-16(b). Las cajas deben soportarse de una manera rígida y segura.

## ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

**Subsección 690 – 14. Disposiciones adicionales.**

c) **Requisitos para el medio de desconexión.** Se debe proveer un medio que desconecte todos los conductores de un edificio u otra estructura de los conductores del sistema fotovoltaico.

**2) Marcado.** El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe estar marcado permanentemente para identificarlo como desconectador del sistema fotovoltaico.

## PARTE D. MÉTODO DE ALAMBRADO.

**Sección 690-31. Métodos permitidos.**

**Subsección 690 – 31.**

a) Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado con canalizaciones y cables incluidos en esta NOM, y otros sistemas de alambrado y accesorios proyectados específicamente e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se utilicen dispositivos alambrados con envolventes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente del cable para que se puedan reemplazar fácilmente.

Cuando se instalan en lugares fácilmente accesibles, los circuitos de fuente y de salida fotovoltaicos, funcionando a tensiones máximas del sistema mayores a 30 volts, se deben instalar en una canalización.



## ARTÍCULO 342. TUBO CONDUIT METÁLICO SEMIPESADO.

### PARTE B. INSTALACIÓN

#### Sección 342 – 10. Usos permitidos.

- a) Todas las condiciones atmosféricas y lugares.
- b) Ambientes corrosivos.
- c) Con relleno de cascajo.
- d) Lugares mojados.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

## ARTÍCULO 358. TUBO CONDUIT METÁLICO LIGERO.

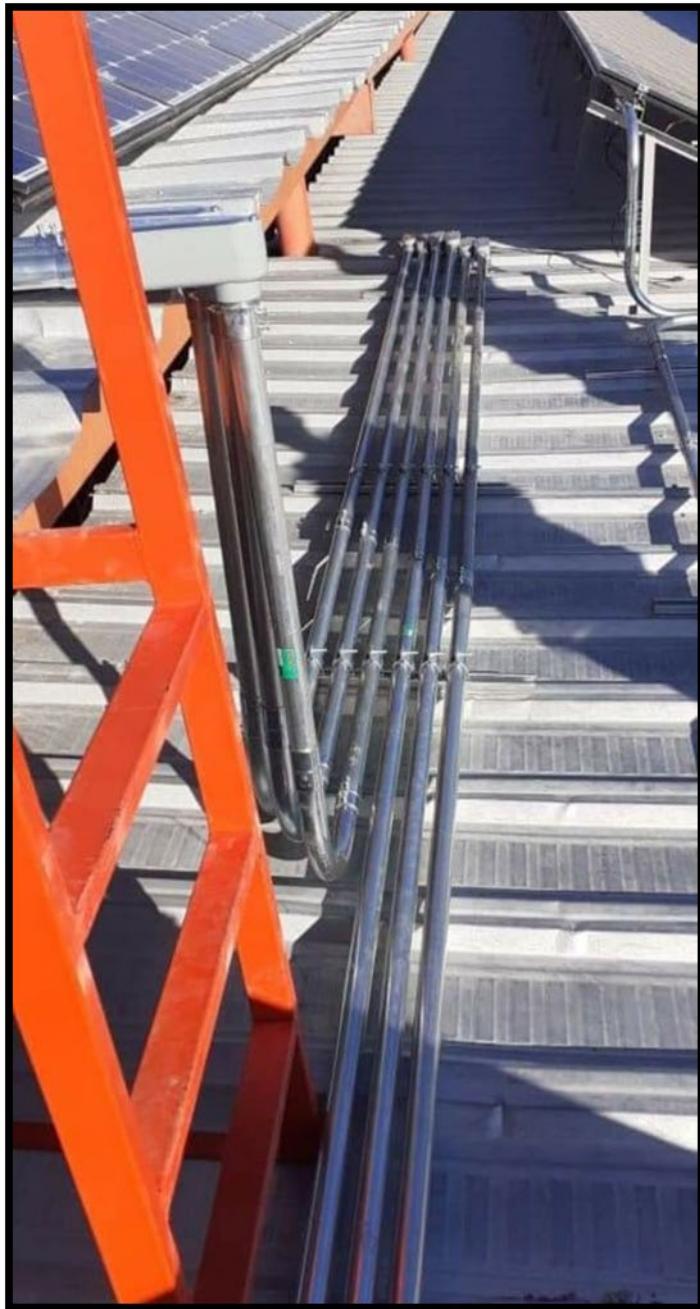
### PARTE B. INSTALACIÓN.

#### Sección 358 – 10. Usos permitidos.

- a) Expuestos y ocultos.
- b) Protección contra la corrosión.
- c) Lugares mojados.

**Sección 358 – 42. Coples y conectores.** Los coples y conectores utilizados con las tuberías EMT deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo establecido en 314-15.







## INTEGRACIÓN DE UN DIAGRAMA UNIFILAR.

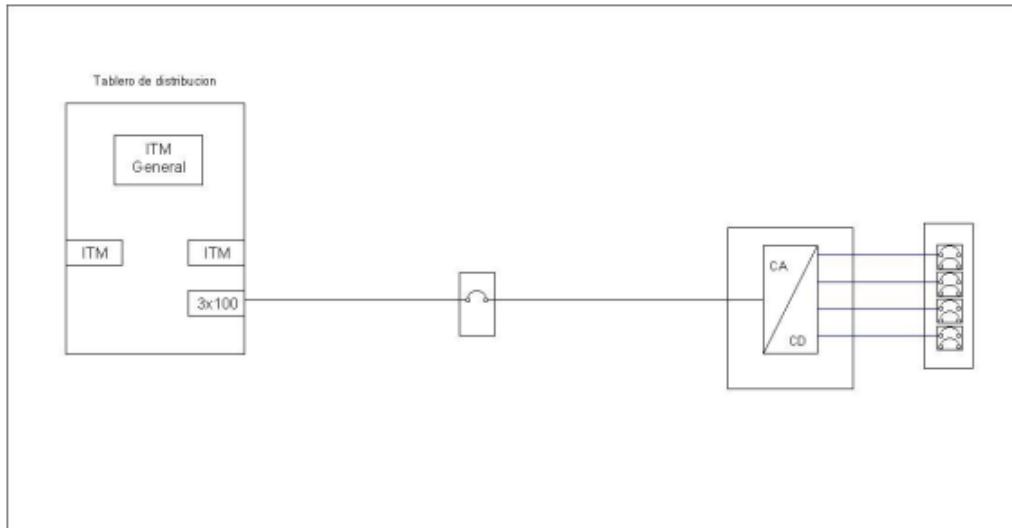
Básico en cualquier tipo de instalación eléctrica.

- Baja tensión,
- Media tensión,
- Alta tensión.

**Nota:**

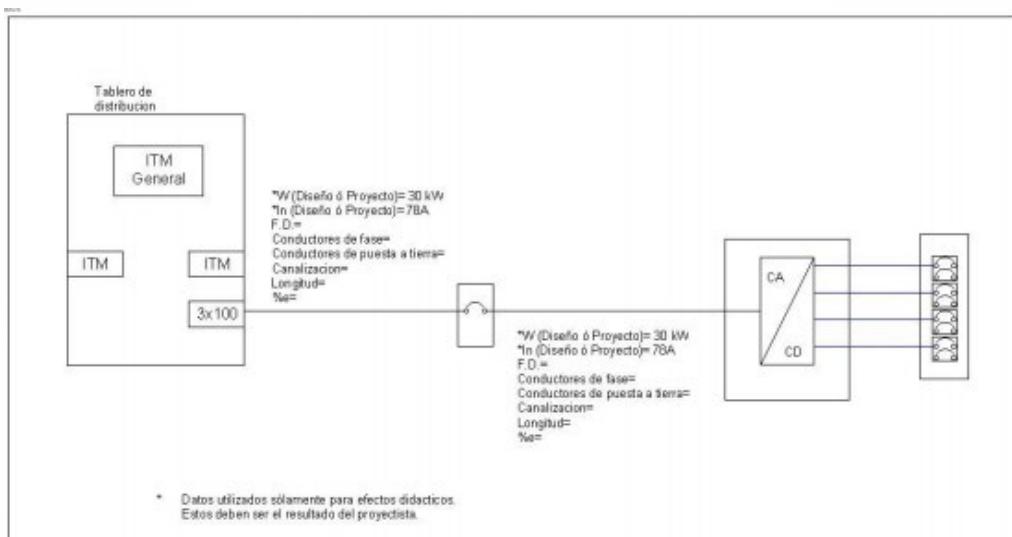
Importante contar con él desde la concepción del proyecto y de la construcción de la obra eléctrica.

### DIAGRAMA UNIFILAR



### DIAGRAMA UNIFILAR

### Circuito alimentador general del Sistema Fotovoltaico



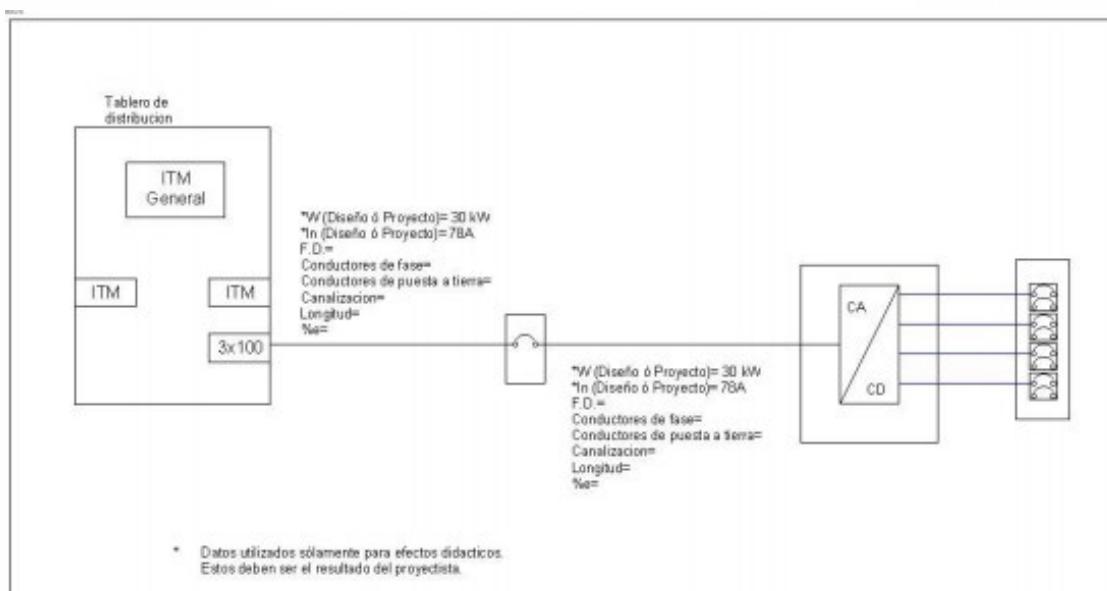
## ARTÍCULO 690. SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

Subsección 690 – 8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.

Subsección 690 – 8 a) Calculo de la corriente máxima del circuito.

Subsección 690 – 8 a) 3) Corriente del circuito de salida del inversor Subsección 690 – 8 b). Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

### DIAGRAMA UNIFILAR



### Sección 690 – 8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.

- a) **Cálculo de la corriente máxima del circuito.** La corriente máxima para un circuito específico se debe calcular de acuerdo con (1) hasta (4) siguientes.

**NOTA:** Cuando se aplican los requisitos de (a)(1) y (b)(1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento.

**1) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica.** La corriente máxima debe ser la suma de la corriente de cortocircuito de los módulos en paralelo, multiplicado por el 125 por ciento.

**4) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo.** La corriente máxima debe ser la corriente permanente de entrada del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la tensión más baja de entrada.

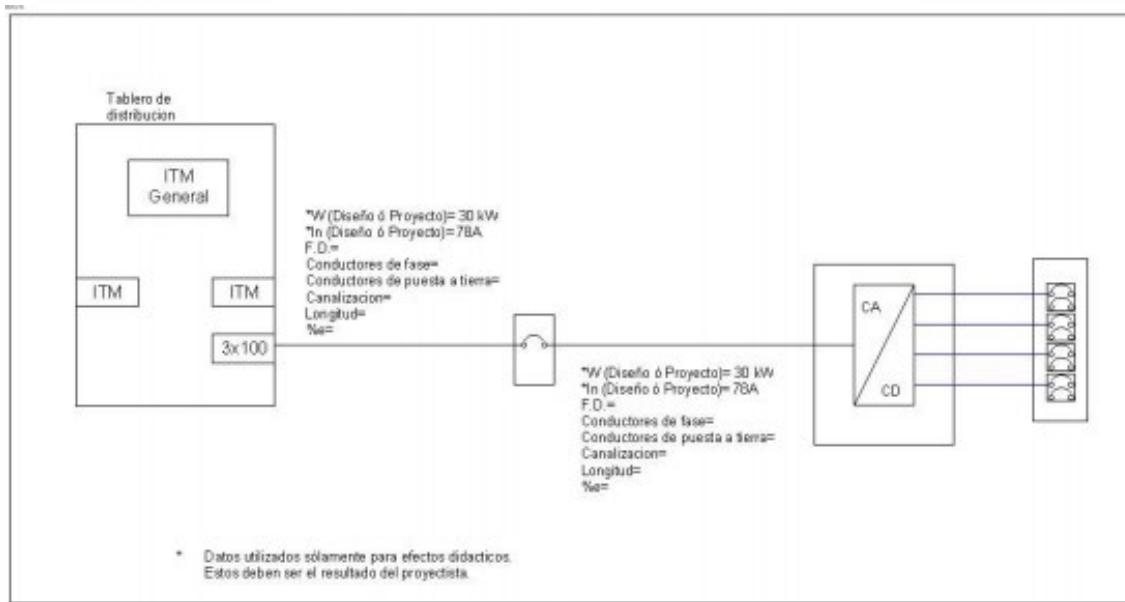
### Subsección 690 – 8 b) 2). Ampacidad del conductor.

Los conductores del circuito deben ser seleccionados para conducir cuando menos, la mayor corriente determinada en (a) o (b) siguientes:

- a) 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas en 690 – 8 (a) sin ningún factor adicional de corrección por las condiciones de uso.



## DIAGRAMA UNIFILAR



## CIRCUITO ALIMENTADOR GENERAL.

### SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

#### Nota:

Se trata de corriente alterna.

Subsección 690 – 8 (b) (1) b.

- b) Los límites de temperatura en las terminales deben estar de acuerdo con 110 – 3 (b) y 110 – 14 (c).

### Artículo 110. Requisitos de las instalaciones eléctricas.

#### Subsección 110 – 14 b) Empalmes.

Los conductores se deben empalar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados, deben estar aprobados para ese uso.

### Subsección 110 – 14 c) 1) Limitaciones por temperatura.

**c) Limitaciones por temperatura.** La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permite el uso de conductores con temperatura nominal mayor que la especificada para las terminales, cuando se utilizan factores de ajuste por temperatura o de corrección por ampacidad o ambos.

**1) Disposiciones para el equipo.** Las determinaciones de las disposiciones para las terminales del equipo se deben basar en 110-14(c)(1)(a) o (c)(1)(b). A menos que el equipo esté aprobado y marcado de forma diferente, la ampacidad del conductor utilizada para determinar las disposiciones para los terminales del equipo se debe basar en la Tabla 310-15(b) (16) y según las modificaciones adecuadas de 310-15(b)(7).

### Diagrama Unifilar

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm<sup>2</sup> a 42.4 mm<sup>2</sup> (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:

- 1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.
- 2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.
- 3) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, si el equipo está aprobado e identificado para tales conductores.
- 4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75 °C o mayor siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda de la ampacidad para 75 °C.

b. Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcados para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm<sup>2</sup> (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:

- 1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.
- 2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.

## CIRCUITO ALIMENTADOR GENERAL

Tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 voltios y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kilovoltios	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
				COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
0.024	18	—	—	14	—	—	—
1.31	16"	—	—	18	—	—	—
2.08	14"	16	20	25	—	—	—
3.31	12"	20	25	30	—	—	—
5.26	10"	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
39.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
233	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
897	1750	545	650	725	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

\* Misión 3110-1 Subjeto2) para los factores de corrección de la amperometría cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

■ Visión 3D-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor

## CIRCUITO ALIMENTADOR GENERAL.

**Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.**

**Subsección 690 – 8 b).** Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobre corriente.

**Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.**

**Subsección 690 – 8 b) 1). Dispositivos de sobre corriente.**

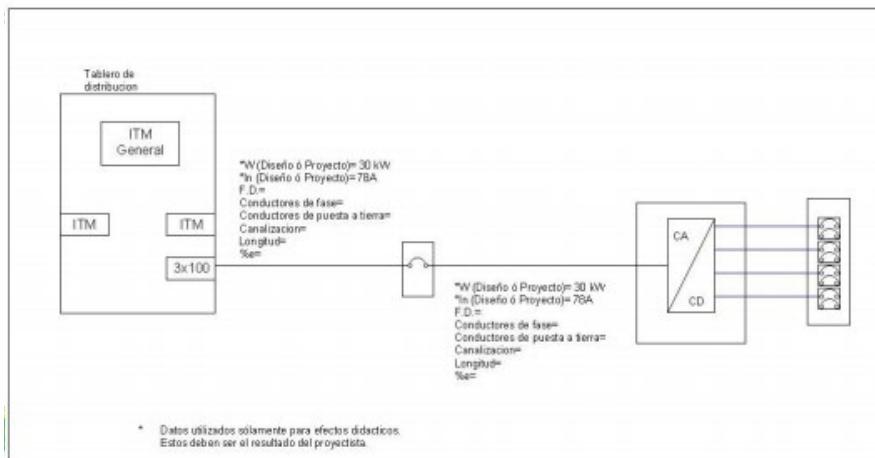
- Conducir no menos del 125 por ciento de la corriente máxima calculada en 690 – 8 (a).

**Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.**

**Artículo 240. Protección contra sobre corriente.**

**Subsección 240 – 4 b). Dispositivos de sobre corriente de 800 amperes o menos.** Se permitirá el uso de un dispositivo de protección contra sobre corriente, de valor estándar inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que proteja).

- Que la ampacidad de los conductores no corresponda a la corriente estándar de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero se permitirá que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).
- Que el valor estándar inmediato superior seleccionado no supere 800 amperes.



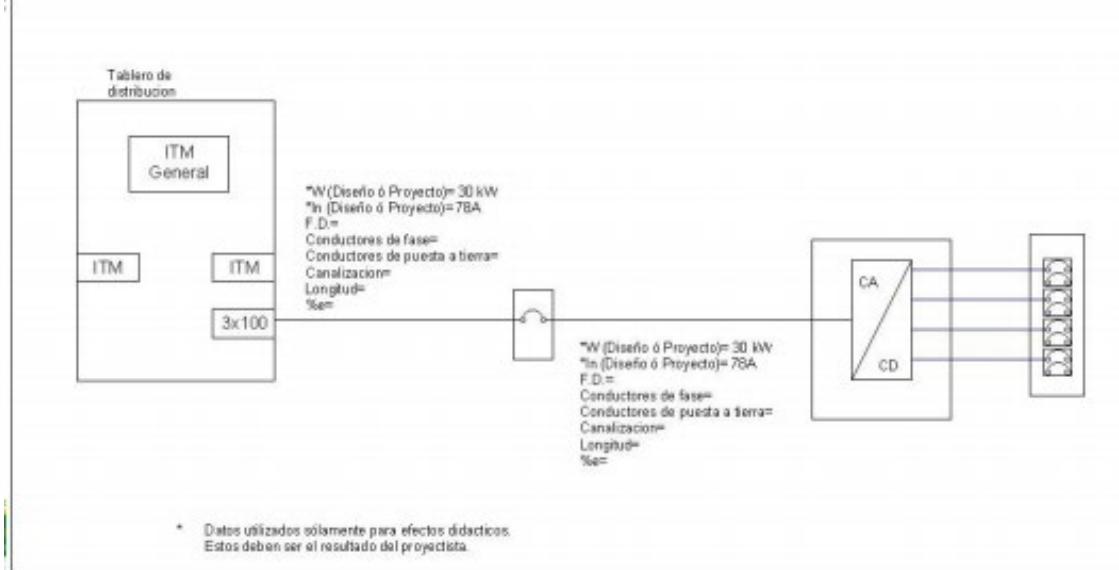
## Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.

**TABLA 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra  
para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (ampères)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

\*Véase 250-120 para restricciones de instalación.



## Corriente alterna.

### Artículo 310. Conductores para alambrado en general.

**Sección 310 – 10. Usos permitidos.** Se permitirá el uso de los conductores escritos en 310 – 104 en cualquiera de los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3.

**Condición:** Instalaciones a la intemperie.

Canalización seleccionada.

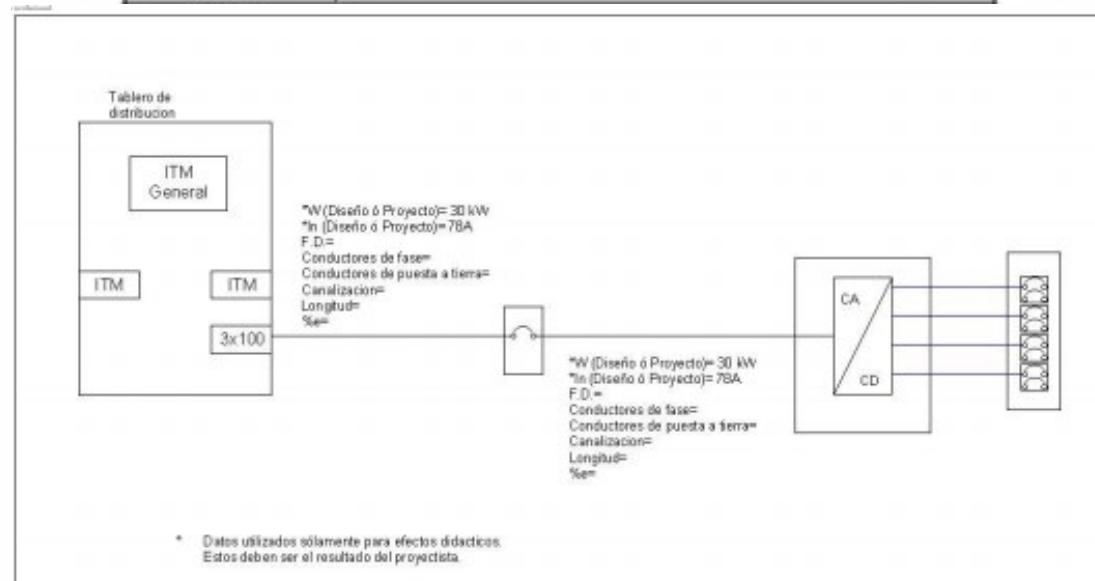
Tubo Conduit Metálico semipesado.

Artículo 342 – Tubo conduit metálico semipesado (IMC)								
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 3 conductores fr = 40%	
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	
12	¾	—	—	—	—	—	—	
16	½	16.80	222	133	117	69	89	
21	¾	21.90	377	226	200	117	151	
27	1	28.10	620	372	329	162	248	
35	1 ¼	36.80	1064	638	564	330	425	
41	1 ½	42.70	1432	850	759	444	573	
53	2	54.60	2341	1405	1241	726	937	
63	2 ¼	64.80	3308	1985	1753	1026	1323	
78	3	80.70	5115	3069	2711	1566	2046	
91	3 ¼	93.20	6622	4093	3616	2115	2729	
103	4	105.40	8725	5235	4624	2705	3490	

Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm <sup>2</sup>	AWS o kcmil		
<b>Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF</b>				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.28	10	5.994	28.19
	8.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.246	67.16
	11.2	4	10.46	86
	16.7	3	11.18	98.13
	19.6	2	11.99	112.9
	24.4	1	14.78	171.6
	33.5	1/0	15.8	196.1
	47.4	2/0	16.97	226.1
	65.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
RHH, RHW, RHW-2	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9

---	---	---	---
304	600	31.57	782.9
355	700	33.38	874.9
380	750	34.24	920.8
405	800	35.05	965
456	900	36.68	1057
507	1000	38.15	1143
633	1250	43.92	1515
760	1500	47.04	1738
887	1750	49.94	1959
1013	2000	52.63	2175
SF-2, SFF-2		0.624	18
1.31		16	3.073
2.08		14	3.378
SF-1, SFF-1		0.624	18
RFH-1, XF, XFF		0.624	18
TF, TFF, XF,XFF		1.31	16
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2		2.08	14
TW,THHW, THW,THW-2		3.31	12
5.26		10	3.861
6.63		8	4.470
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF		2.08	14
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF		3.31	12



## CAPITULO 4.

### Numeral 4.2.2.2. Función de conductores.

Para corriente alterna:

- Conductor de fase
- Conductor neutro.
- Conductor de puesta a tierra (Conducto de Protección).
- Conductor de línea
- Conductor de punto medio.
- Conductor de puesta a tierra (Conductor de Protección).

Para corriente continua:

### Numeral 4.2.2.3. Valores.

Fluctuaciones y caída de tensión.

## Círculo Alimentador General

Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.

Subsección 690 – 8 b). Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobre corriente

Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.

Subsección 690 – 8 b) 1). Dispositivos de sobre corriente.

Conducir no menos del 125 por ciento de la corriente máxima calculada en 690 – 8 (a).

Calculo y selección de la protección contra sobre corriente y cortocircuito.

Artículo 240. Protección contra sobre corriente.

Subsección 240 – 4 b). Dispositivos de sobre corriente de 800 amperes o menos.

Se permitirá el uso de un dispositivo de protección contra sobre corriente, de valor estándar inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que proteja),

Que la ampacidad de los conductores no corresponda a la corriente estándar de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero se permitirá que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

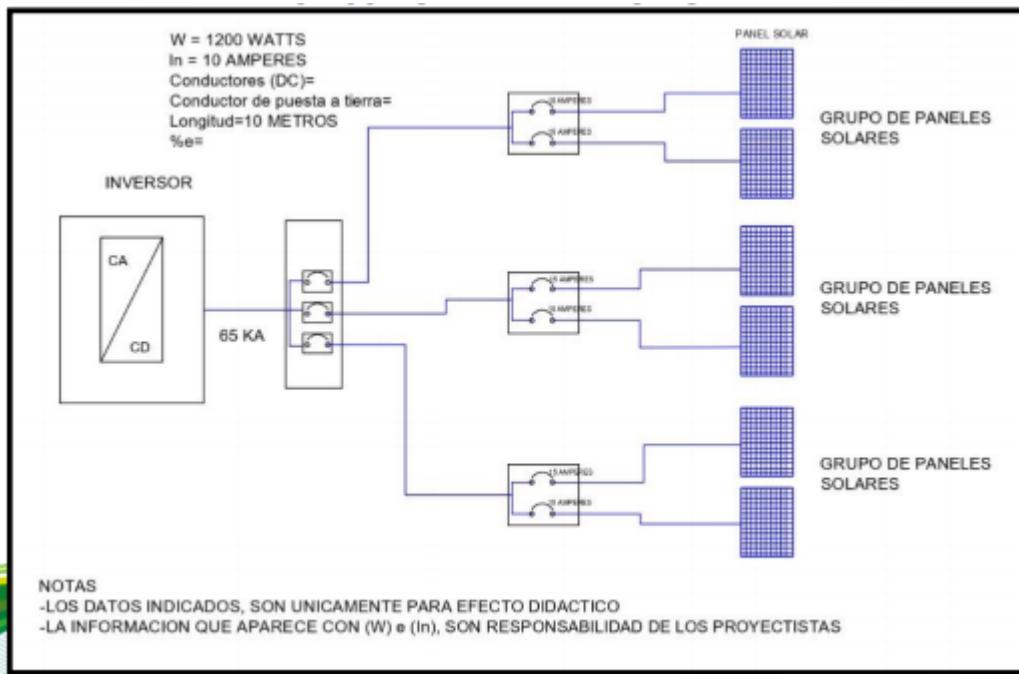
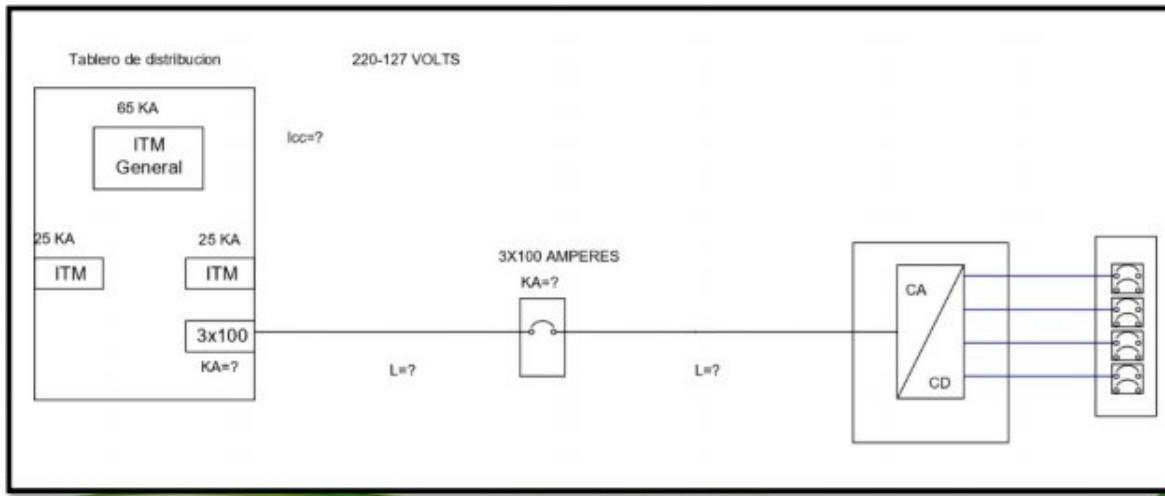
Que el valor estándar inmediato superior seleccionado no supere 800 amperes.

**Sección 110-9. Corriente de interrupción.** Los equipos destinados a interrumpir corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción no menor que la tensión nominal del circuito y la corriente existente en los terminales de línea del equipo.

Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener rango de interrupción la tensión nominal del circuito, no menor que la corriente que debe ser interrumpida.

Sección 110-9. Corriente de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción no menor que la tensión nominal del circuito y la corriente existente en los terminales de línea del equipo.

Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener rango de interrupción la tensión nominal del circuito, no menor que la corriente que debe ser interrumpida.



## ARTICULO 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

### A. Disposiciones generales

**690-1. Alcance.** Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía solar fotovoltaica (FV), incluidos los arreglos de circuitos, inversores y controladores de dichos sistemas [Ver las Figuras 690-1(a) y (b)]. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas de utilización de corriente alterna o de corriente continua.

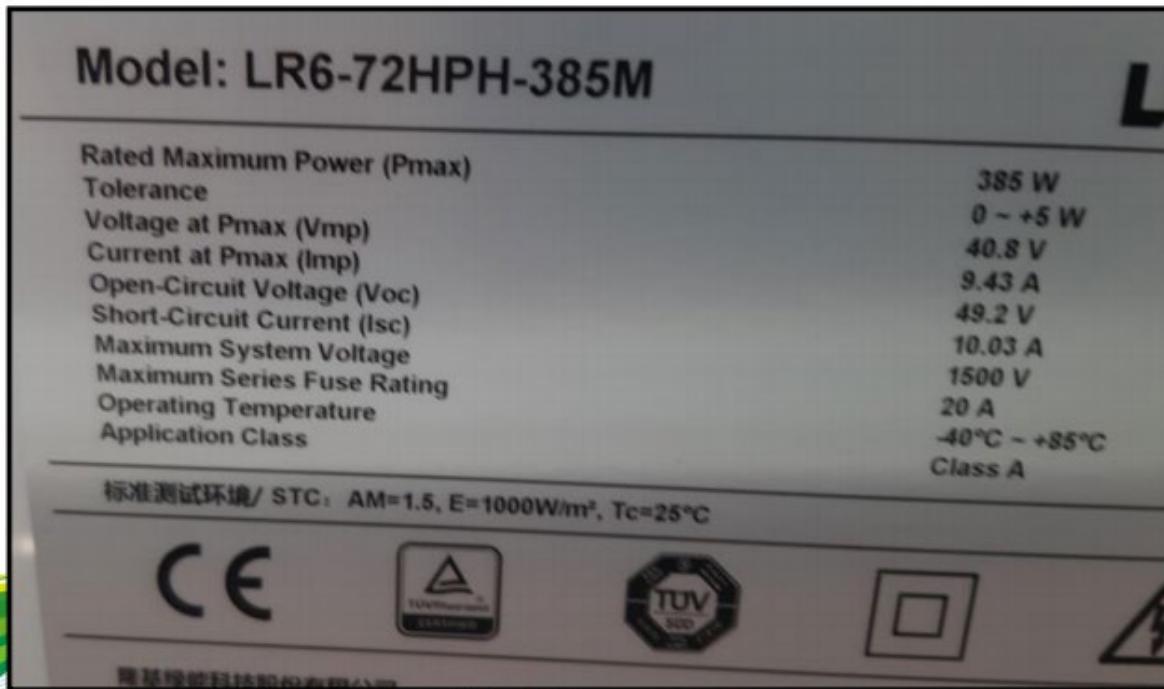
### Parte C. Medios de Desconexión.

**Sección 690-13.** Todos los conductores. Se debe proporcionar un medio que desconecte todos los conductores portadores de corriente continua de un sistema fotovoltaico de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura. No se debe instalar un interruptor, un interruptor automático, ni otro dispositivo, en un conductor puesto a tierra, si el funcionamiento de ese interruptor, interruptor automático u otro dispositivo deja al conductor marcado como puesto a tierra, en un estado energizado y no puesto a tierra.

### 690-11. Protección de falla por arco (Corriente continua).

Los sistemas fotovoltaicos con circuitos de fuentes de corriente continua, circuitos de salida de corriente continua o ambos, encima o penetrando a un edificio, operando con tensión máxima de sistema fotovoltaico de 80 volts o mayor, deben estar protegidos por un interruptor (corriente continua) de falla por arco, aprobado, tipo fotovoltaico u otros componentes del sistema que provean una protección equivalente. Los medios de protección fotovoltaicos por falla de arco, deben de cumplir con los siguientes requerimientos:

- 1) El sistema debe detectar e interrumpir fallas por arco resultantes de una falla en la continuidad esperada de un conductor, conexión, módulo u otro componente del sistema, en los circuitos de fuentes fotovoltaicas y circuitos de salida.
- 2) El sistema debe desactivar o desconectar a uno de los siguientes:
  - a. Inversores o controladores de carga conectados al circuito con falla cuando la falla sea detectada.
  - b. Componentes del sistema dentro del circuito donde se produce el arco
- 3) El sistema requiere que el equipo desactivado o desconectado sea manualmente restablecido.
- 4) El sistema debe tener un indicador que suministre una señal visual de que el interruptor del circuito ha operado. Esta indicación no debe restablecerse automáticamente.



## ARTÍCULO 250. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN.

### 250 – 66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

NOTA: Ver 250-24(c) para el tamaño de un conductor del sistema de corriente alterna llevado al equipo de acometida.

## ARTICULO 690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

### Parte D. Métodos de alambrado

#### Subsección 690-31. Métodos permitidos.

b) Cables de un solo conductor. Se permite usar cables de un solo conductor tipo USE-2 y cables de un solo conductor aprobados como alambre fotovoltaico, en lugares exteriores expuestos, en circuitos de fuente fotovoltaica para las interconexiones de los módulos fotovoltaicos dentro del arreglo fotovoltaico.

Tabla 1.- Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

#### Sección 110 – 2. Aprobación.

En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con lo establecido en el numeral 4.3.1.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas o normas mexicanas, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y en su caso aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NOM.



Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 voltios y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\*

Tamaño o designación	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
			60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
					TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, ML, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- Z, ZW-2			TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
				TIPOS TW, UF	COBRE		TIPOS UF	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
0.834	18 <sup>**</sup>	—	—	—	14	—	—	—
1.31	16 <sup>**</sup>	—	—	—	18	—	—	—
2.08	14 <sup>**</sup>	15	20	—	25	—	—	—
3.31	12 <sup>**</sup>	20	25	—	30	—	—	—
5.28	10 <sup>**</sup>	30	35	—	40	—	—	—
8.37	8	40	50	—	55	—	—	—
13.3	6	55	65	—	75	40	50	55
21.2	4	70	85	—	95	55	65	75
28.7	3	85	100	—	115	65	75	85
33.0	2	95	115	—	130	75	90	100
42.4	1	110	130	—	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	—	170	100	120	135
67.43	2/0	145	170	—	185	115	135	150
80.01	3/0	165	200	—	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	—	260	150	180	205
127	250	215	255	—	290	170	205	230
152	300	240	285	—	320	195	230	260
177	350	260	310	—	350	210	250	290
203	400	280	335	—	380	225	270	305
253	500	320	380	—	430	260	310	350
304	600	350	420	—	475	285	340	385
355	700	385	460	—	520	315	375	425
380	750	400	475	—	535	320	385	435
405	800	410	490	—	555	330	395	445
456	900	435	520	—	585	355	425	480
507	1000	455	545	—	615	375	445	500
633	1250	495	590	—	665	405	485	545
760	1500	525	625	—	705	435	520	585
887	1750	545	650	—	735	455	545	615
1013	2000	565	665	—	750	470	560	630

\* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

\*\* Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm	mm <sup>2</sup>
<b>Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF</b>				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	8.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.248	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
	85.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.82	558.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
SF-2, SFF-2	355	700	33.38	874.9
	380	750	34.24	920.8
	405	800	35.05	965
	456	900	36.68	1057
	507	1000	38.15	1143
SF-1, SFF-1	633	1250	43.92	1515
	760	1500	47.04	1738
	887	1750	49.04	1950
	1013	2000	52.63	2175
RFH-1, XF, XFF	0.824	18	3.073	7.419
	1.31	16	3.378	8.968
	2.08	14	3.759	11.10
TF, TFF, XF,XFF	0.824	18	2.692	5.161
	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.470	55.68
RHH*, RHW*, RHW-2*	6.63	8	5.994	28.19
	2.08	14	4.140	13.48
	3.31	12	4.623	16.67

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm <sup>2</sup>	AWG o kmil	mm	mm <sup>2</sup>
<b>Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF</b>				
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	5.26	10	5.232	21.48
RHH*, RHW*, RHW-2*	6.63	8	6.756	35.87
TW, THW, THHW, THW-2, RHH*, RHW*, RHW-2*	8.37	6	7.722	46.84
	21.2	4	8.941	62.77
	26.7	3	9.652	73.16
	33.6	2	10.46	86.00
	42.4	1	12.50	122.60
	53.5	1/0	13.51	143.40
	67.4	2/0	14.68	169.30
	85.0	3/0	16.00	201.10
	107	4/0	17.48	239.90
	127	250	19.43	266.50
	152	300	20.83	340.70
	177	350	22.12	384.40
	203	400	23.32	427.00
TFN, TFFN	253	500	25.48	509.70
	304	600	28.27	627.7
	355	700	30.07	710.3
	380	750	30.94	751.7
	405	800	31.75	791.7
	456	900	33.38	874.9
	507	1000	34.85	953.8
	633	1250	39.09	1200
	780	1500	42.21	1400
	887	1750	45.1	1598
THHN, THWN, THWN-2	1013	2000	47.80	1795
	0.824	18	2.134	3.548
	1.31	16	2.438	4.645
	2.08	14	2.819	6.258
	3.31	12	3.302	8.581
	5.26	10	4.106	13.01
	6.63	8	5.486	23.61
	8.37	6	6.452	32.71
	21.2	4	8.23	53.16
	26.7	3	8.941	62.77
	33.6	2	9.754	74.71
	42.4	1	11.33	100.8
	53.5	1/0	12.34	119.7
	67.4	2/0	13.51	143.4
XF, XFF	85.0	3/0	14.83	172.8
	107	4/0	16.31	208.8
	127	250	18.06	256.1
	152	300	19.46	297.3

## Tierras físicas, NOM 001 SEDE

José Antonio López Aguayo

### Módulo 23 NOM 029 Mantenimiento de instalaciones eléctricas

#### Objetivo:

El participante reconocerá la aplicación de la NOM029 como norma de seguridad.

#### Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011

Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de Seguridad.

#### 1. Objetivo:

Establecer las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

#### 2. Campo de aplicación:

La presente Norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en donde se realicen actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas permanentes o provisionales, las que se desarrollen en las líneas eléctricas aéreas y subterráneas, así como las que se lleven a cabo con líneas energizadas.

#### 3. Referencias:

Para la correcta interpretación de esta Norma, se deberán consultar las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

**3.1 NOM-001-SEDE-2005**, Instalaciones Eléctricas (utilización)

#### 4. Definiciones:

**4.3 Centros de trabajo:** Todos aquellos lugares, tales como edificios, locales, instalaciones y áreas donde se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento, o de prestación de servicios, o en los que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.

**4.12 Instalación eléctrica:** El conjunto de dispositivos tales como, conductores, transformadores, protecciones, y demás accesorios destinados a generar, transmitir o distribuir la energía eléctrica.

**4.15 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas:** Todas aquellas actividades relacionadas con la revisión, montaje, desmontaje, manipulación y servicios proporcionados a las instalaciones eléctricas para la conservación de sus características operativas y de diseño en forma segura y confiable.

## 5. Obligaciones del Patrón.

**5.1** Prohibir que menores de 16 años y mujeres gestantes realicen actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

**5.2** Contar con el plan de trabajo para los trabajadores que realizan actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo 7 de la presente Norma.

**5.3** Contar con el diagrama unifilar actualizado de la instalación eléctrica del centro de trabajo, con base en lo dispuesto por la NOM-001-SEDE-2005, o las que la sustituyan, y con el cuadro general de cargas instaladas por circuito derivado, el cual deberá estar disponible para el personal que realice el mantenimiento de dichas instalaciones.

**5.5** Realizar las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas sólo con personal capacitado.

**5.7** Elaborar y dar seguimiento a un programa de revisión y conservación del equipo de trabajo, maquinaria, herramientas e implementos de protección aislante utilizados en las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, el cual deberá contener al menos, las fechas de realización, el responsable de su cumplimiento y el resultado de su ejecución.

**5.14** Informar a los trabajadores que realicen actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, sobre los riesgos a los que están expuestos y de las medidas de seguridad que deberán adoptar para la actividad a desarrollar en la zona de trabajo.

## 6. Obligaciones de los trabajadores.

**6.1** Revisar antes del inicio de sus actividades, que el equipo de trabajo, maquinaria, herramientas e implementos de protección aislante utilizados en las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, se encuentren en condiciones de seguridad y operación, y reportar inmediatamente al patrón o a la comisión de seguridad e higiene cualquier anomalía detectada que lo ponga en riesgo durante su uso.

## 7. Plan de trabajo y determinación de riesgos potenciales.

7.1 Por cada actividad de mantenimiento de las instalaciones eléctricas se deberá contar con un plan de trabajo que considere:

- a) La descripción de la actividad por desarrollar;
- b) El nombre del jefe de trabajo;
- c) El nombre de los trabajadores que intervienen en la actividad;
- d) El tiempo estimado para realizar la actividad;
- e) El lugar donde se desarrollará la actividad;
- f) En su caso, la autorización, la cual deberá contener al menos:
  - 1) El nombre del trabajador autorizado;
  - 2) El nombre y firma del patrón o de la persona que éste designe para otorgar la autorización;
  - 3) El tipo de trabajo por desarrollar;
  - 4) El área o lugar donde se desarrollará la actividad;
  - 5) La fecha y hora de inicio de las actividades, y
  - 6) El tiempo estimado de terminación;
- g) Los riesgos potenciales determinados con base en lo dispuesto en el numeral 7.2;
- h) El equipo de protección personal y los equipos de trabajo, maquinaria, herramientas e implementos de protección aislante que se requieran para realizar la actividad;
- i) Las medidas de seguridad que se requieran, de acuerdo con los riesgos que se puedan presentar al desarrollar el trabajo, y
- j) Los procedimientos de seguridad para realizar las actividades.

## 8. Procedimientos de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

8.1 Los procedimientos de seguridad para realizar las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas deberán contemplar, según aplique, lo siguiente:

- a) La indicación para que toda instalación eléctrica se considere energizada hasta que se realice la comprobación de ausencia de tensión eléctrica, mediante equipos o instrumentos de medición destinados para tal efecto; se efectúe la puesta a tierra para la liberación de energía almacenada, y la instalación eléctrica sea puesta a tierra eficaz;
- f) Las instrucciones para verificar que la puesta a tierra fija cumple con su función, o para colocar puestas a tierra temporales, antes de realizar actividades de mantenimiento;

8.2 Los procedimientos de seguridad para el desarrollo de las actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, deberán contener lo siguiente:

- a) El diagrama unifilar con el cuadro general de cargas correspondiente a la zona donde se realizará el mantenimiento,

## 9. Medidas de seguridad generales para realizar trabajos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas

**9.1** Efectuar con personal autorizado y capacitado los trabajos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en lugares peligrosos, tales como altura, espacios confinados, subestaciones y líneas energizadas.

## 10. Condiciones de seguridad en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

**10.1** En el equipo eléctrico motivo del mantenimiento se deberá cumplir, según aplique, que:

- a) Los interruptores estén contenidos en envolventes que imposibiliten, en cualquier caso, el contacto accidental de personas y objetos;
- b) Se realice la apertura y cierre de cuchillas, seccionadores, cuchillas-fusibles y otros dispositivos similares, por personal autorizado, utilizando equipo de protección personal y de seguridad, de acuerdo con los riesgos potenciales identificados.

Ejemplo del equipo de protección personal son: guantes dieléctricos, según la clase y de acuerdo con la tensión eléctrica; protección ocular; casco de seguridad; ropa de trabajo, y botas dieléctricas, entre otros.

## 15. Unidades de verificación

**15.1** El patrón tendrá la opción de contratar una unidad de verificación acreditada y aprobada, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, para verificar el grado de cumplimiento con la presente Norma.

**15.2** Las unidades de verificación que evalúen la conformidad con esta Norma, deberán aplicar los criterios de cumplimiento establecidos en el procedimiento para la evaluación de la conformidad del Capítulo 16 de esta Norma.

**15.4** La vigencia de los dictámenes emitidos por las unidades de verificación será de un año, siempre y cuando no sean modificadas las condiciones que sirvieron para su emisión.

## 16. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

**16.1** Este procedimiento para la evaluación de la conformidad aplica tanto a las visitas de inspección desarrolladas por la autoridad del trabajo, como a las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación.

**16.2** El dictamen de verificación vigente deberá estar a disposición de la autoridad del trabajo cuando ésta lo solicite.

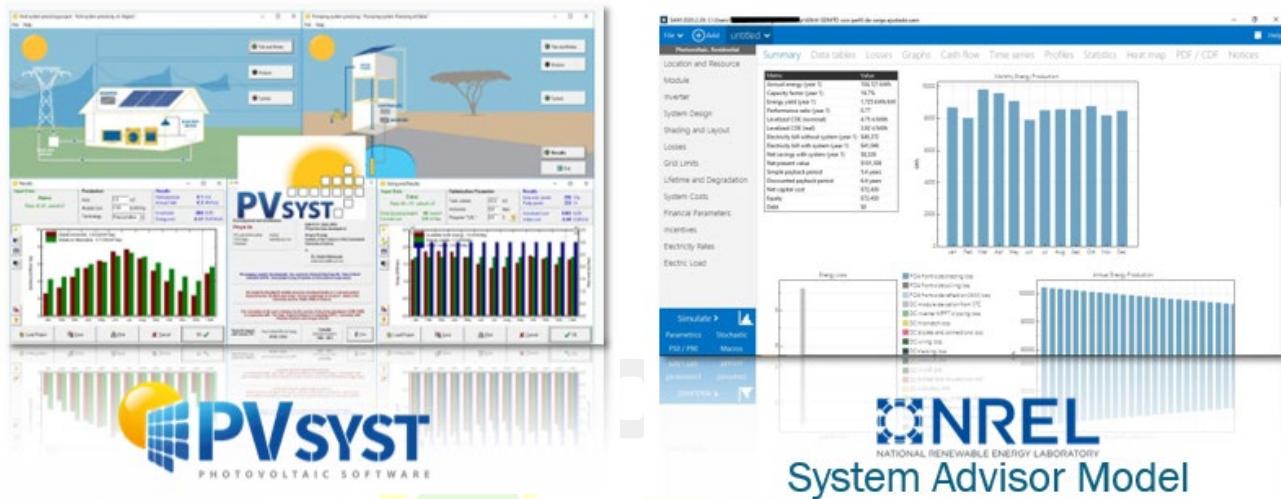
## Software

Iram Ramírez Vergara

### Módulo 24 Software de modelado y simulación

#### Objetivo

Formar a los participantes en el conocimiento y uso de herramientas especializadas para el dimensionamiento y estimación de producción de energía de generadores fotovoltaicos para obtener resultados de calidad, optimización del tiempo y apoyo en la toma de decisiones con base a metodologías validadas.



#### Expectativas



## REGLAS GENERALES DE SESIÓN

### Del instructor:

- Puntualidad y respeto de tiempos
- Cámara encendida (de preferencia)
- Atención en todo momento para seguir procesos a la par
- Preguntar abriendo micrófono sin importar interrumpir o en chat
- Pausas activas de 5minutos cada 55minutos

### De los participantes:

- A discusión

## Contenido

Introducción	<b>1. Introducción General (30min)</b>	
DESARROLLO DEMOSTRATIVO	<b>2. PVsyst 7.1 (60 min)</b>	<b>3. NREL SAM 2020 (60min)</b>
RESULTADOS	<p><b>2.1. Interfaz general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacios de trabajo y proyecto</li> <li>- Bases de datos</li> <li>- Herramientas extra</li> </ul> <p><b>2.2. Módulo de Sistema Interconectado a Red</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuración           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sitio y Base de datos meteorológicos</li> <li>- Sistema</li> <li>- Perdidas</li> <li>- Horizonte</li> </ul> </li> </ul> <p><b>2.3. Análisis de resultados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicos</li> <li>- Evaluación económica</li> <li>- Balance de carbono</li> </ul>	<p><b>3.1 Interfaz general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventana de inicio</li> <li>- Modelos de funcionamiento</li> <li>- Modelos Financieros</li> </ul> <p><b>3.2. Módulo de Sistema Fotovoltaico Detallado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuración           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos meteorológicos</li> <li>- Selección de componentes</li> <li>- Diseño de sistema</li> <li>- Parámetros financieros, tarifas y carga</li> </ul> </li> </ul> <p><b>3.3. Análisis de resultados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicos</li> <li>- Económicos</li> </ul>

## Tema 1 Introducción General

### Comentarios de material y evaluación previa

Equipo necesario e instalación

¿De qué manera aporta utilizar herramientas especializadas?

¿En qué situaciones podrías aplicar el modelado?

¿Cuáles bases de datos meteorológicos conoce?

¿Qué diferencias ves entre PVForm (1988) y PVSyst (2020)?

### Presentación del Software



- Origen del software
- Costo
- Primera versión
- Página oficial

Suiza  
  
\$14,500 MXN/año  
1992

Estados Unidos  
  
Gratis  
2005

<https://www.pvsyst.com/>      <https://sam.nrel.gov/>

¿Conoces algún otro software que puedas mencionar?



- La mejor precisión reportada científicamente<sup>1</sup>.
- Especializado en generadores fotovoltaicos.
- Módulos de SFVs interconectados, de bombeo, aislados y de redes en corriente continua.
- Calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Cuenta con las bases de datos de componentes más actualizadas.

Desarrollado por uno de los laboratorios de ER con mayor prestigio internacional.

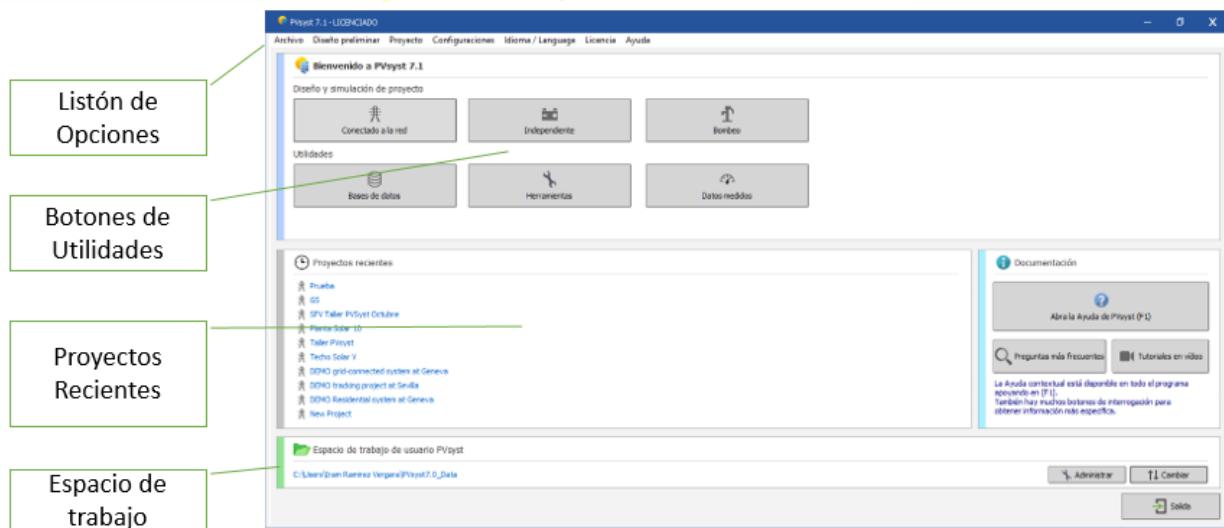
- Modelado de sistemas de energía renovable en general.
- Módulos de SFVs interconectados, aislados, de generadores eólicos, biomasa, mareomotrices, etc.
- Cuenta con diversos modelos financieros para análisis económicos complejos.
- Descarga integrada de datos meteorológicos de la National Solar Resource Database (NSRDB)<sup>2</sup> 4x4km 2019.

1 Gurupira, Tafadzwa & Rix, Arnold. (2017). PV SIMULATION SOFTWARE COMPARISONS: PVSyst, NREL SAM AND PVLIB.

2 <https://nsrdb.nrel.gov/about/what-is-the-nsrdb.html>

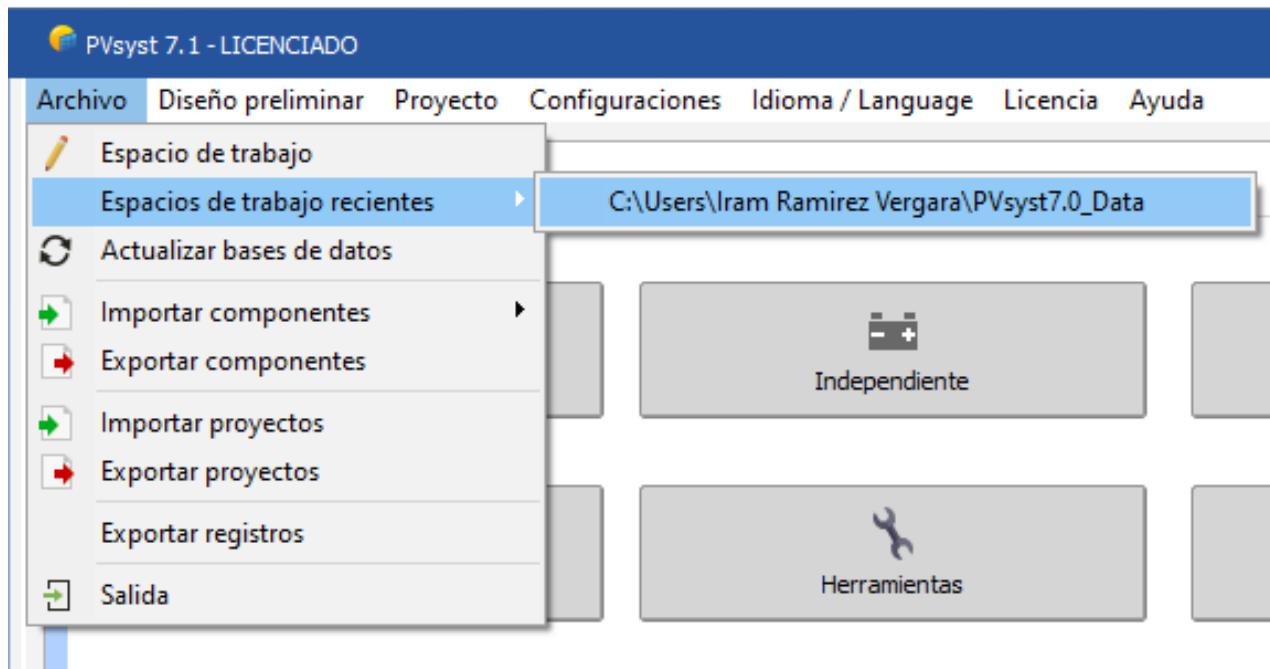
## Tema 2 PVSyst 7.1

### 2.1 Interfaz General



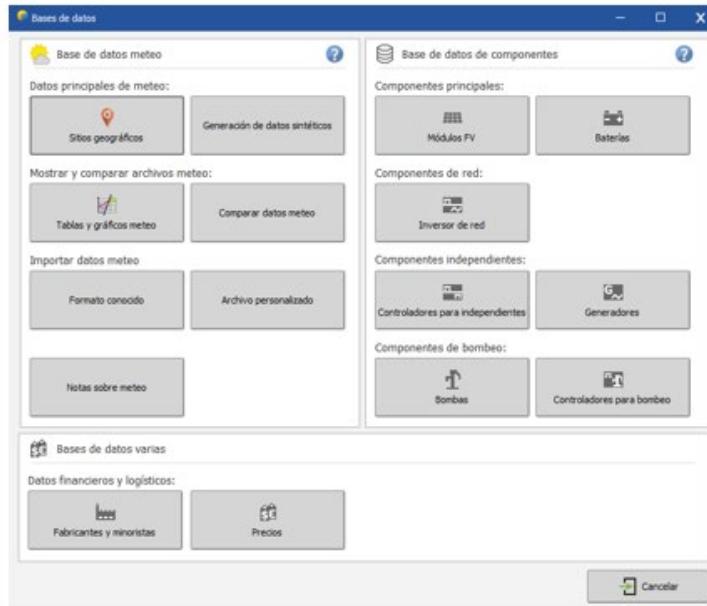
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.1.1 Espacios de trabajo y proyecto

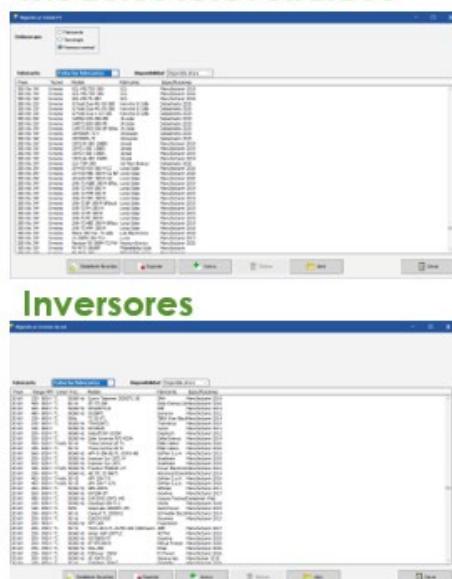


\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.1.2 Bases de datos

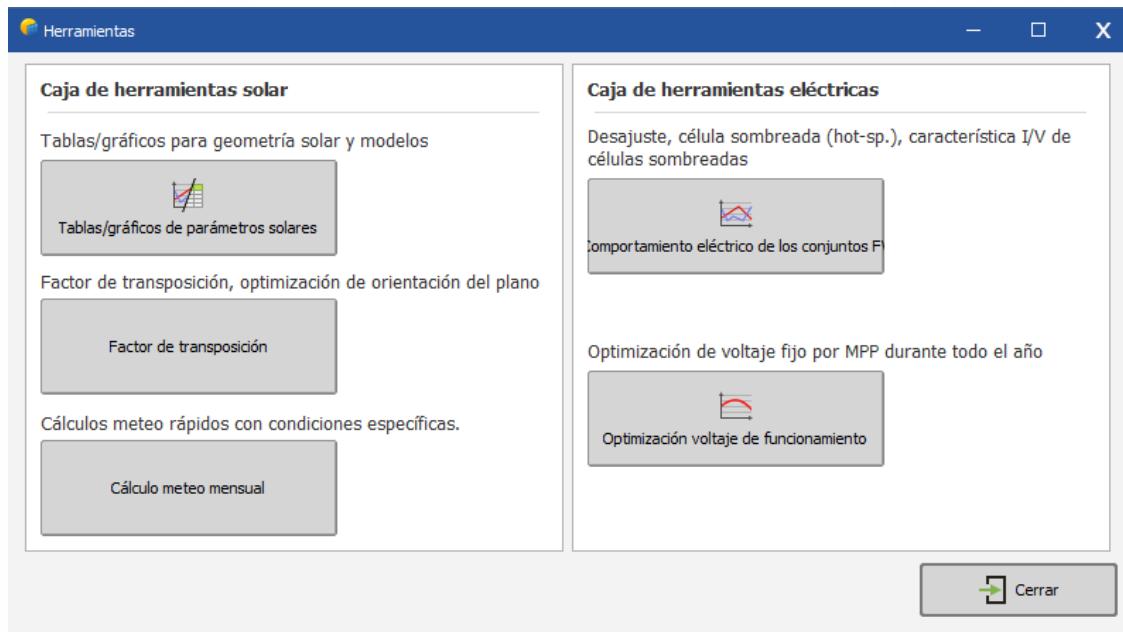


## Módulos fotovoltaicos



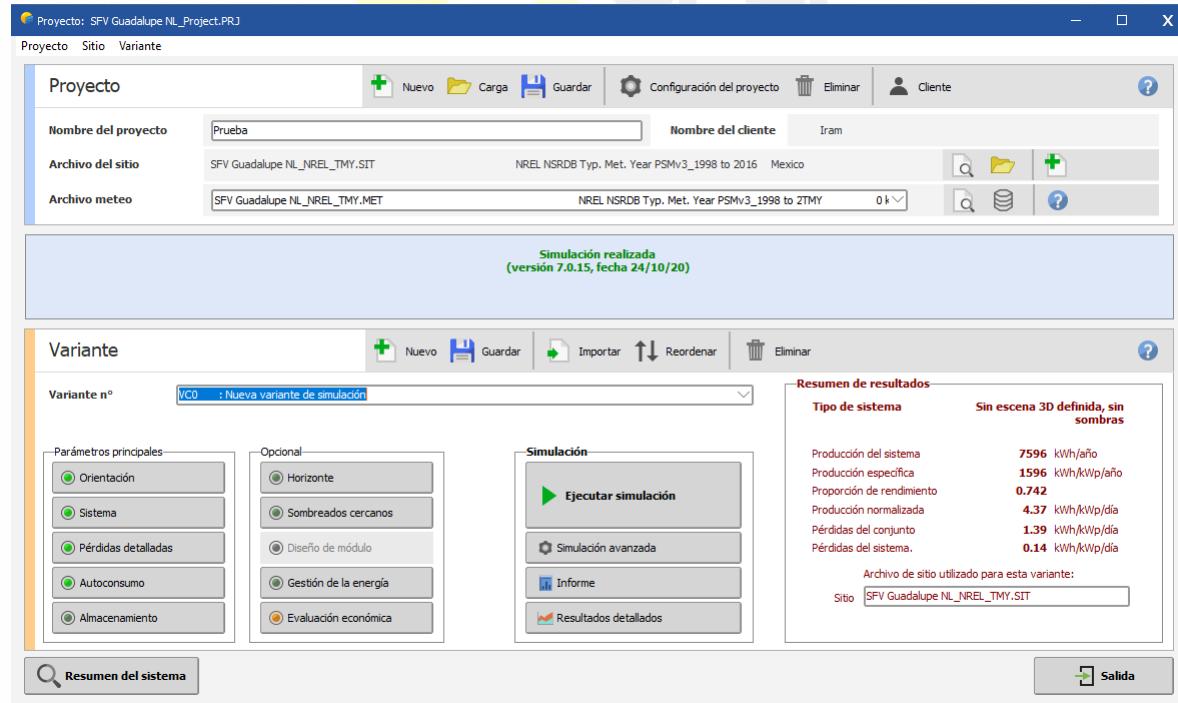
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 2.1.3 Herramientas extra



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 2.2 Módulo “Sistema Interconectado a Red”



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.3 Análisis de resultados



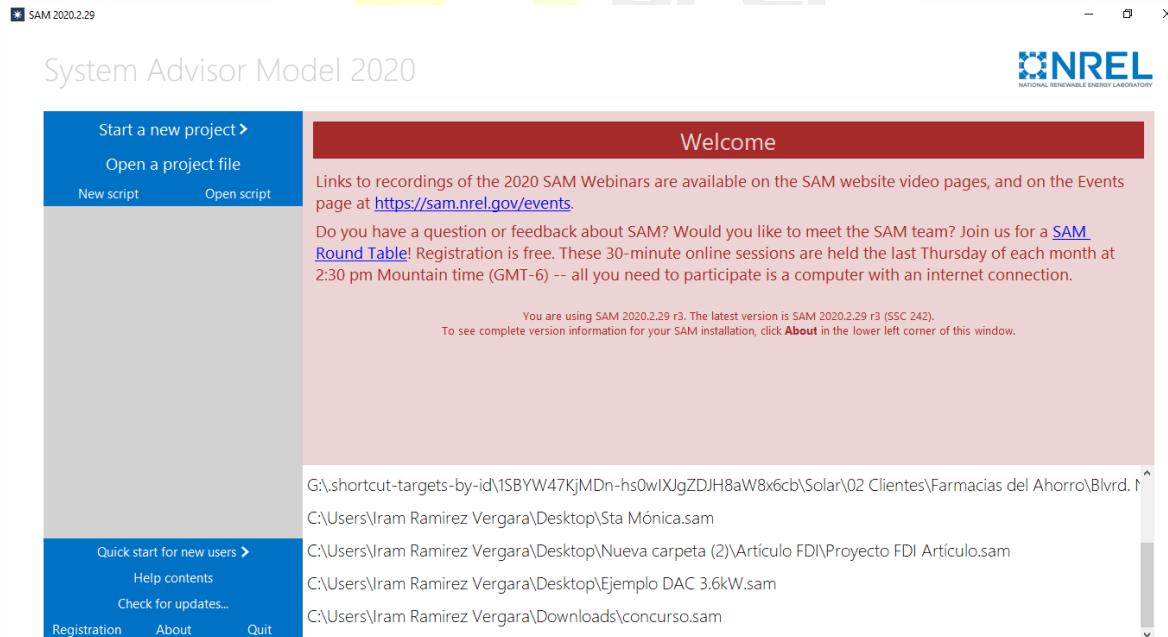
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

¿Cuáles fueron los resultados que te parecieron más relevantes?

## Tema 3 NREL SAM 2020 System Advisor Model

### 3.1 Interfaz General

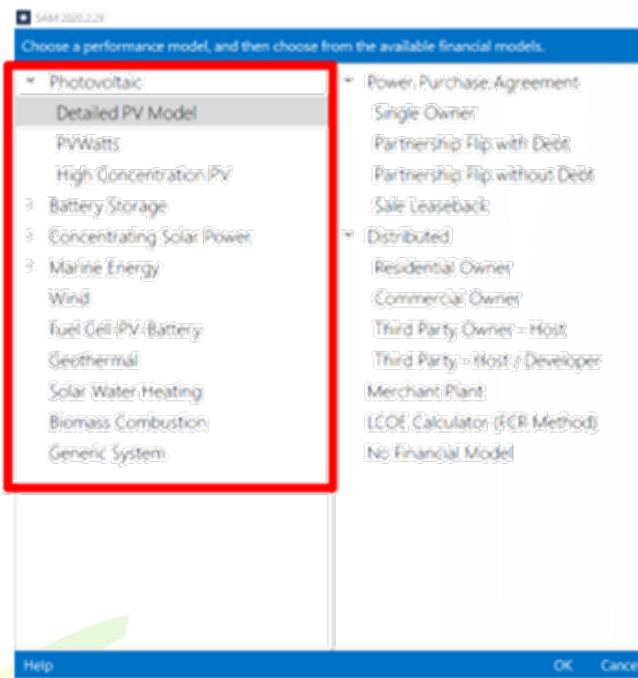
#### 3.1.1 Ventana de inicio



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 3.1.2 Modelos de funcionamiento

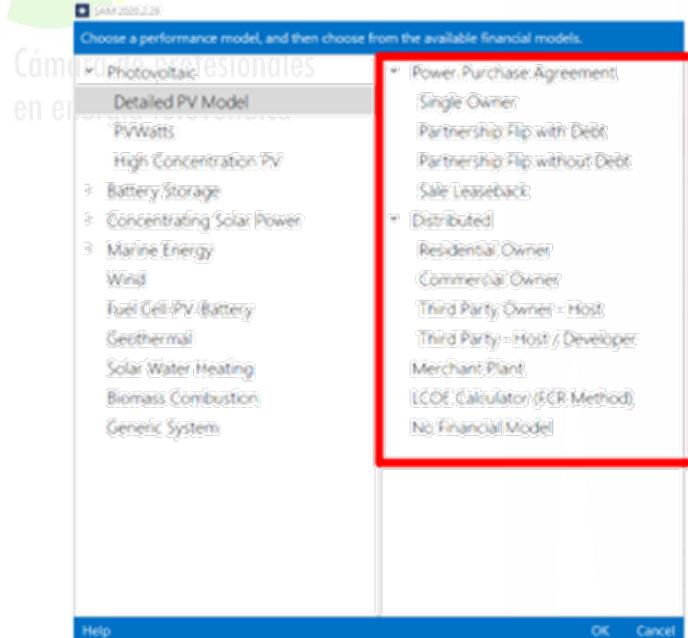
- Detalle PV Model
- PVWatts
- Battery Storage
- Generic System



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

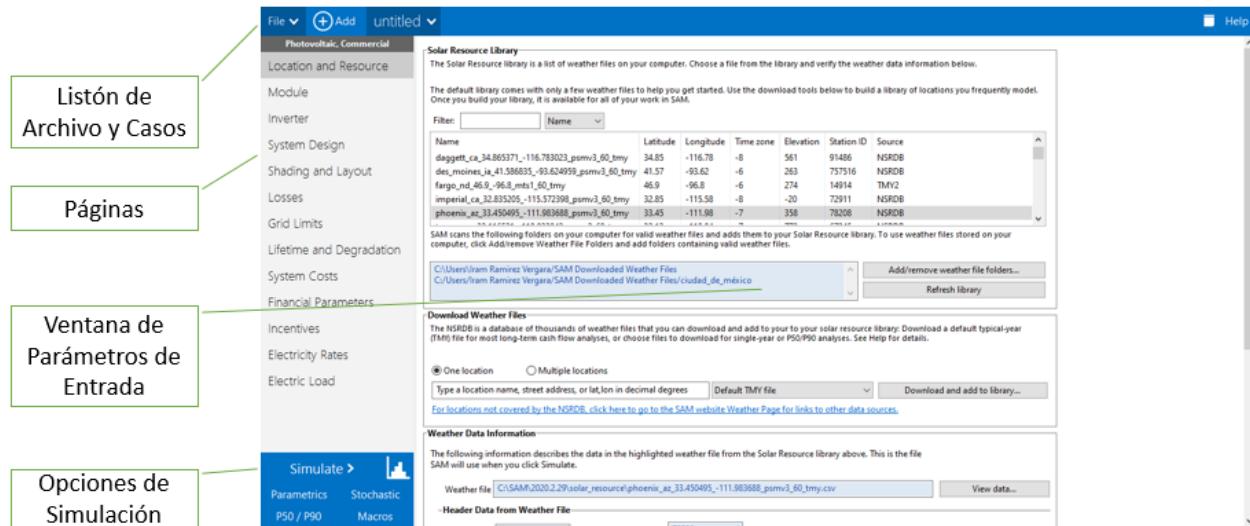
## 3.1.3 Modelos Financiero

- PPA
- Distributed
- Merchant Plant
- LCOE Calculator
- No Financial Model



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 3.2. Interfaz de “Sistema Fotovoltaico Detallado”



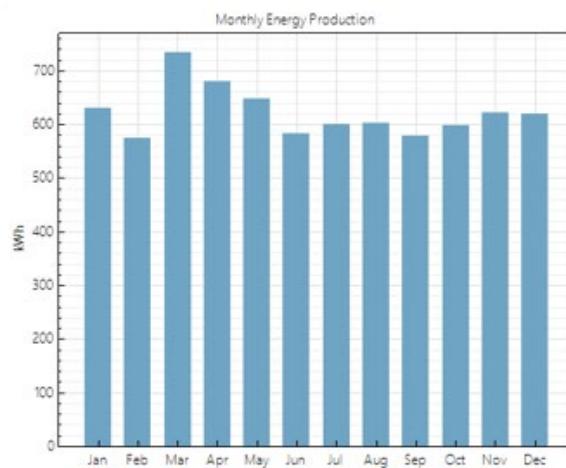
The screenshot shows the SAM software interface. On the left, there's a sidebar with various tabs like Location and Resource, Module, Inverter, System Design, Shading and Layout, Losses, Grid Limits, Lifetime and Degradation, System Costs, and Financial Parameters. A callout box labeled "Listón de Archivo y Casos" points to the "Location and Resource" tab. Another callout box labeled "Páginas" points to the "System Costs" tab. A third callout box labeled "Ventana de Parámetros de Entrada" points to the "Financial Parameters" section. A fourth callout box labeled "Opciones de Simulación" points to the "Simulate" button and its sub-options: Parametrics, Stochastic, P50 / P90, and Macros.

\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 3.3. Análisis de resultados

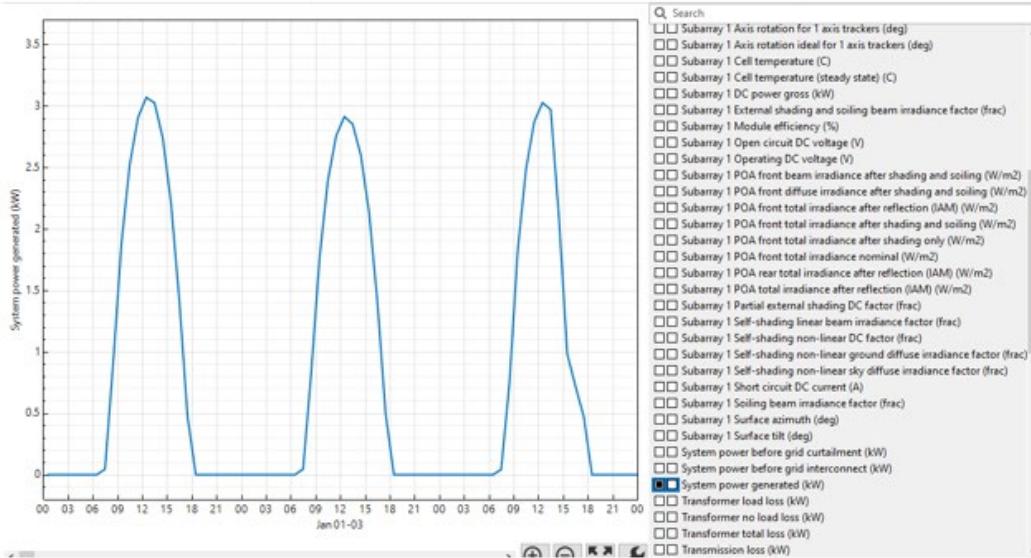
Summary Data tables Losses Graphs Cash flow Time series Profiles Statistics Heat map PDF / CDF Notices

Metric	Value
Annual energy (year 1)	7,469 kWh
Capacity factor (year 1)	21.5%
Energy yield (year 1)	1,886 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.77
Levelized COE (nominal)	160.95 ¢/kWh
Levelized COE (real)	124.70 ¢/kWh
Electricity bill without system (year 1)	\$54,307
Electricity bill with system (year 1)	\$19,321
Net savings with system (year 1)	\$34,986
Net present value	\$265,854
Simple payback period	2.7 years
Discounted payback period	3.0 years
Net capital cost	\$137,822
Equity	\$137,822
Debt	\$0



Resumen de Resultados

\* Seguir demostración paso a paso en pantalla



## Series Temporales

\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

¿Cuáles fueron los resultados que te parecieron más relevantes?

## Cierre

¿Cuál herramienta consideras más conveniente?

Material extra de seguimiento para continuar aprendiendo

- Manuales
- Enlaces a Webinars
- Capacitación Especializada
- Contacto con el Catedrático
- ¿Sugerencias de participantes??



## Software

Iram Ramírez Vergara

### Módulo 25 Software de diseño 3D y renderizado

#### Objetivo

Formar a los participantes en el conocimiento y uso de herramientas de diseño 3D y renderizado de relevancia para el sector fotovoltaico, de tal manera que puedan apoyarse en diseños digitales para la construcción y el marketing de sus propuestas profesionales.



SketchUp



Expectativas



## REGLAS GENERALES DE SESIÓN

### Del instructor:

- Puntualidad y respeto de tiempos
- Cámara encendida (de preferencia)
- Atención en todo momento para seguir procesos a la par
- Preguntar abriendo micrófono sin importar interrumpir o en chat
- Pausas activas de 5minutos cada 55minutos

### De los participantes:

- A discusión

## Contenido

Introducción

DESARROLLO DEMOSTRATIVO

1. Introducción General (30min)	
1.1 Comentarios de material y evaluación previa 1.2. Presentación del software: Tabla Comparativa 1.3. Características principales	
2. SketchUp Web (80 min)	3. TwinMotion (40min)
2.1. Interfaz general <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menú inicial</li> <li>- Barra de estado</li> <li>- Barra de herramientas</li> <li>- Barra de paneles</li> <li>- Atajos de teclado</li> </ul> 2.2. Dibujo 3D <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelado con fachada</li> <li>- Uso de componentes</li> <li>- Sembrado de SFVs</li> <li>- Trayectorias de tuberías</li> <li>- Vistas para <u>Layout</u> técnico.</li> </ul> 2.3. Análisis de sombras <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geolocalización</li> <li>- Conclusiones de análisis de sombreado</li> </ul>	3.1 Interfaz general <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventana</li> <li>- Importación de base</li> </ul> 3.2. Producción de visualizaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales</li> <li>- Elementos de Paisajismo</li> <li>- Elementos dinámicos</li> <li>- Recorridos de elementos humanos</li> </ul> 3.3. Configuración de imagen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sitio y Climatología</li> <li>- Brillo y contrastes</li> </ul> 3.4. Renderizado final de imágenes y video

## Tema 1 Introducción General

### Comentarios de material y evaluación previa

- Equipo necesario e instalación
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de aplicar software diseño 3D y renderizado?
- ¿En qué situaciones es más conveniente utilizarlo?

### Presentación del Software



• Especialidad	Dibujo 3D	Renderizado en tiempo real
• Dueño de herramienta	Trimble	Epic Games   Unreal Engine
• Costo	\$240 USD/año (Gratis en versión web)	\$6,280 MXN Perpetua
• Primera versión	2000	2005
• Página oficial	<a href="https://www.sketchup.com/">https://www.sketchup.com/</a>	<a href="https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion">https://www.unrealengine.com/en-US/twinmotion</a>

¿Conoces algún otro software que puedas mencionar?

## Características principales



- Excelente curva de aprendizaje.
- Herramienta en la nube.
- Uso de componentes prediseñados descargados de la librería 3D Warehouse.
- Atajos sencillos para facilidad de uso
- Geolocalización.
- Análisis cualitativo de sombras.
- Interfaz amigable

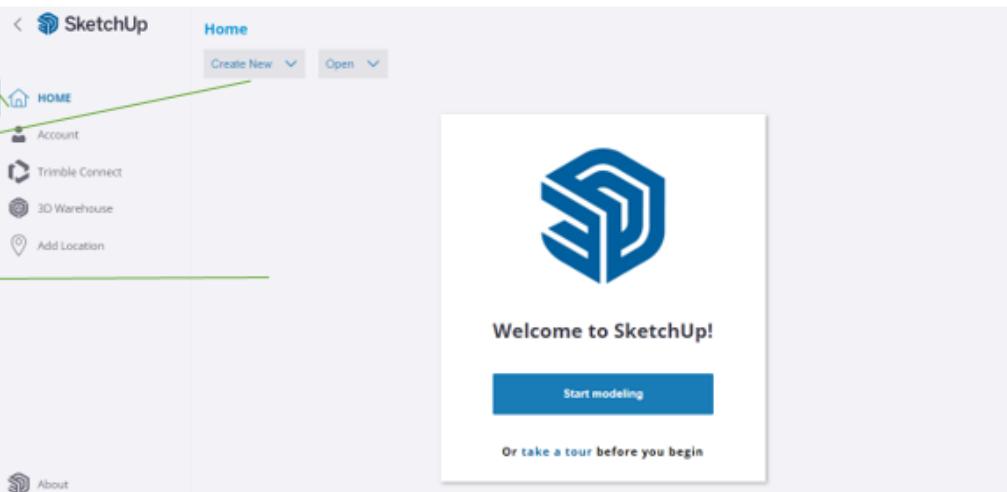


- Precio bajo en comparación con otras opciones.
- Trabaja con uno de los motores gráficos más usados en la actualidad.
- Renderizado en tiempo real con distintos niveles de detalle.
- No necesita recursos computacionales tan sofisticados.
- Integración de materiales, elementos de paisajismo y objetos 3D prediseñados.
- Excelente Interfaz gráfica para uso sencillo

## Tema 2 SketchUp for Web

### 2.1 Interfaz General

#### 2.1.1 Menú Inicial



The screenshot shows the SketchUp for Web interface. On the left, there is a sidebar with three sections: 'Barra Lateral' (Side Bar), 'Botones de Archivo' (File Buttons), and 'Proyectos Recientes' (Recent Projects). The main area displays the SketchUp logo and the text 'Welcome to SketchUp!'. Below this, there is a blue button labeled 'Start modeling' and a link 'Or take a tour before you begin'. At the bottom left of the main area, there is a small 'About' link.

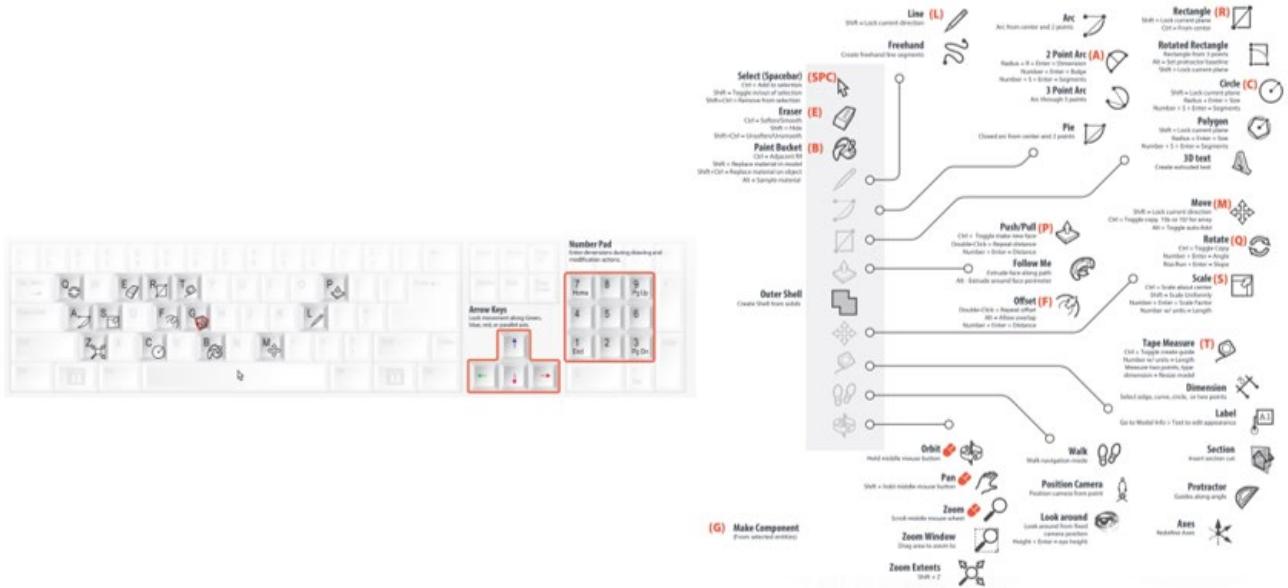
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.1.2 Ventana de Proyecto



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.1.3 Atajos de Teclado



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

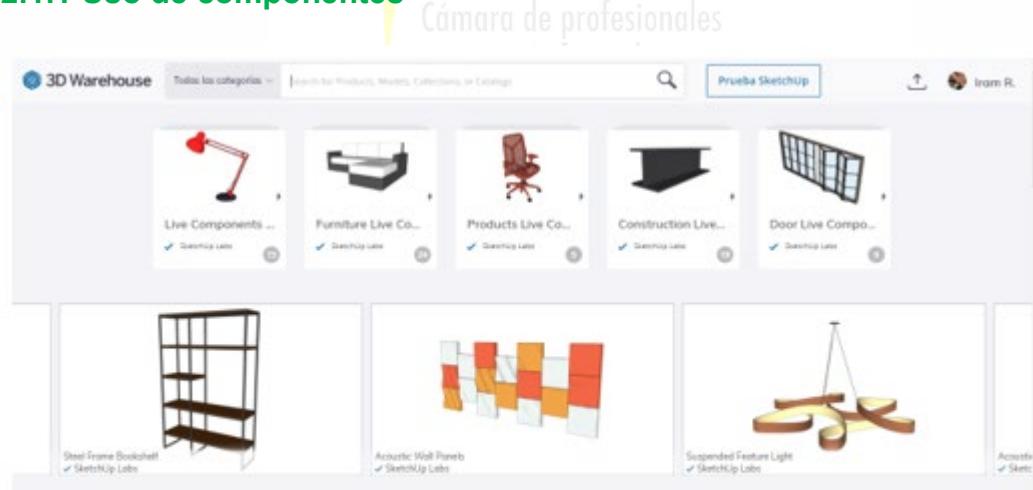
## 2.2 Dibujo 3D

### 2.1.1 Modelado con fachada



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 2.1.1 Uso de componentes



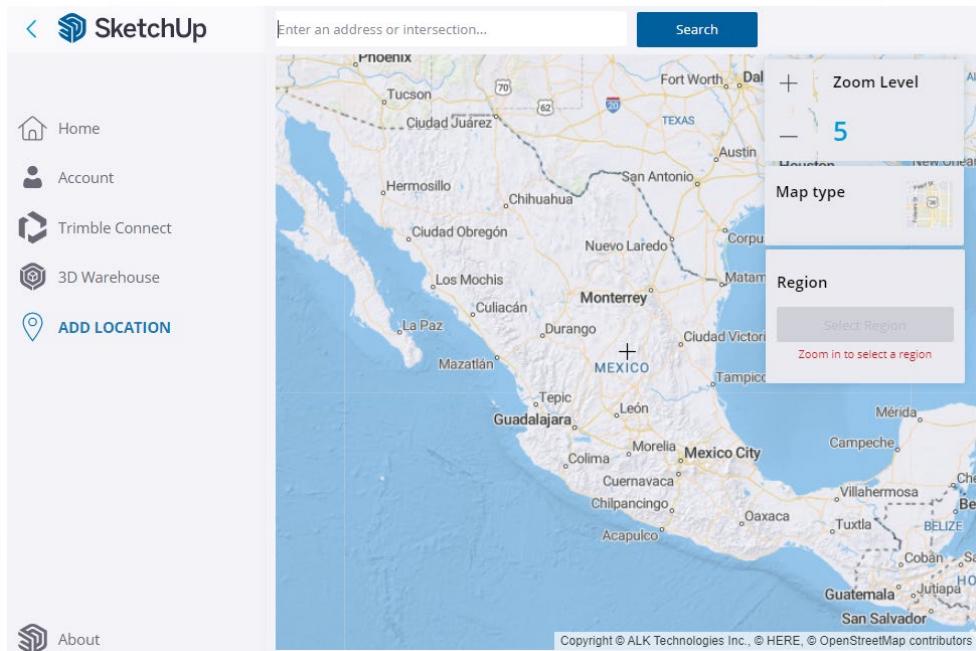
The image shows a screenshot of the SketchUp 3D Warehouse website. The top navigation bar includes "3D Warehouse", "Todas las categorías", "Search for Products, Models, Collections, or Catalogs", a search icon, "Prueba Sketchup", and a user profile. Below the navigation, there are several categories of 3D models: "Live Components", "Furniture Live Co...", "Products Live Co...", "Construction Live...", and "Door Live Comp...". Below these, three specific models are shown: "Steel Frame Bookshelf", "Acoustic Wall Panels", and "Suspended Feature Light". Each model has a preview image, a name, and a "SketchUp Libre" badge.

<https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

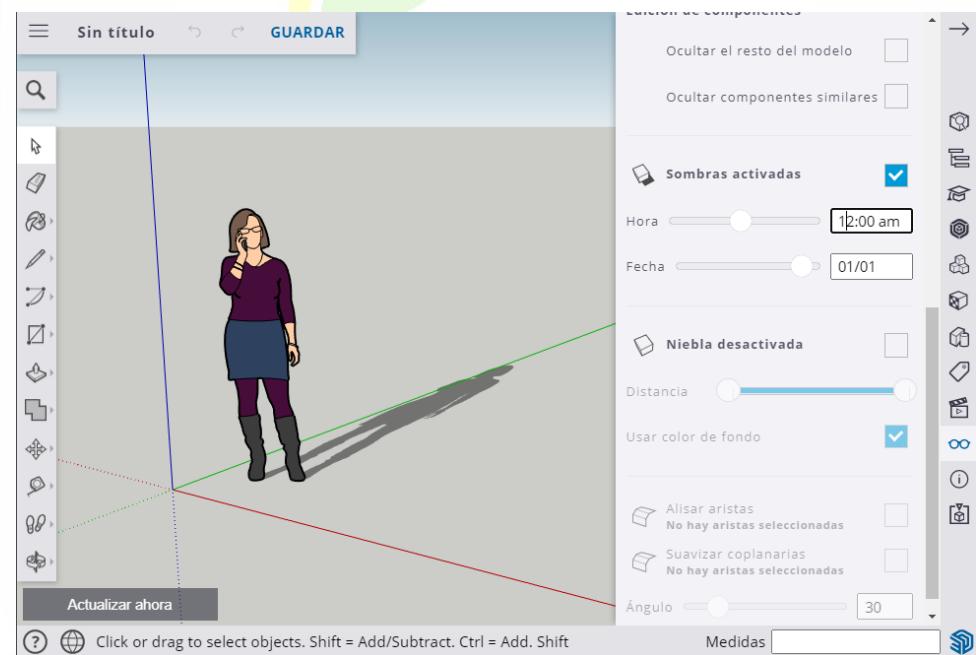
## 2.3 Análisis de sombreado

### 2.3.1 Geolocalización



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 2.3.2 Activar Sombras



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 2.3.3 Conclusiones de análisis de sombreado

**¿Qué pudiste observar?**

**¿El sombreado es significativo?**

### ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO ELÉCTRICO Y PÉRDIDA DE POTENCIA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS BAJO DIVERSAS CONDICIONES DE SOMBREADO Y SUCIEDAD.

Juan Ramírez-Vergara, Miguel Ángel Gómez-Nieto, Germán Cid-Martínez,

Rocío de la Luz Santos Magdaleno, José Ortega Cruz, Aarón Sánchez-Jáurez,

Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Cerro de los Minas s/n, Colonia Centro, Temixco,

Morelos 62230, México,

(961)1360413, [irv@ien.unam.mx](mailto:irv@ien.unam.mx).

#### RESUMEN

Uno de los problemas que se presenta en los sistemas fotovoltaicos (SPV) es la disminución en la potencia generada derivada del sombreado en los módulos fotovoltaicos (MPV) producido por edificios, árboles, estructuras cercanas, o por suelo desprovisto del entorno ambiental o que se deposita gradualmente sobre la superficie de estos, denominando suciedad. Las representaciones pueden ser datos básicos irreversibles en las células que conforman al MPV derivado de los efectos de puntos calientes. Con el objeto de cuantificar los efectos causados por el sombreado/nieve sobre MPV's, en este trabajo se presenta un estudio sistemático del desempeño eléctrico de la tecnología de silicio cristalino sometida a un sombreado o bloques con diferentes configuraciones geométricas; así como los efectos del ensuciamiento con polvo sobre la producción eléctrica. Para el estudio se usó un MPV de silicio monocristalino (mono-c-Si) y las pruebas fueron efectuadas en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM ubicado en Temixco, Morelos, con coordenadas geográficas 19° 51' N, 99° 13' O y 1200 metros. Se midieron curvas corriente-voltaje (IV) bajo condiciones de operación de acuerdo con la norma IEC 60068-1 y los datos medidos fueron normalizados para las condiciones estándares de prueba (STC) usando la norma IEC 60891.

Los resultados indican que para los MPV de silicio monocristalino de 36 células o más, conectadas en serie, que incluyen diodos de paso, uno por cada grupo de 18 o 20 células, cuando se sombra parcialmente una célula de un grupo específico, la corriente de corto circuito (Isc), así como la potencia máxima del MPV, disminuyen proporcionalmente a la magnitud del área sombreada, sin observarse la aparición de puntos calientes. Cuando el MPV no tiene diodos de paso, se obtienen resultados similares con la aparición de puntos calientes. En este trabajo se presenta la cuantificación de la pérdida de potencia, así como recomendaciones para mitigar los efectos de sombreado o ensuciamiento.

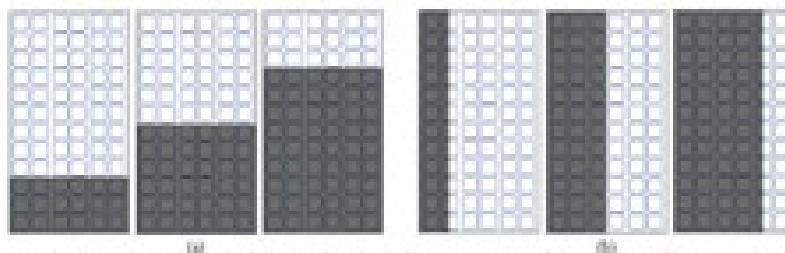


Figura 1: Posiciones de la malla de condensador con inclinación del 45° a punto al experimento. En (a) se muestra la posición de la malla sombreada "vertical" a 25, 50 y 75% del área del MPV y en (b) la posición de la malla sombreada "horizontal" a 25, 50 y 75% del área del MPV.

**¿Cuáles fueron los resultados que te parecieron más relevantes?**

## Tema 3 TwinMotion

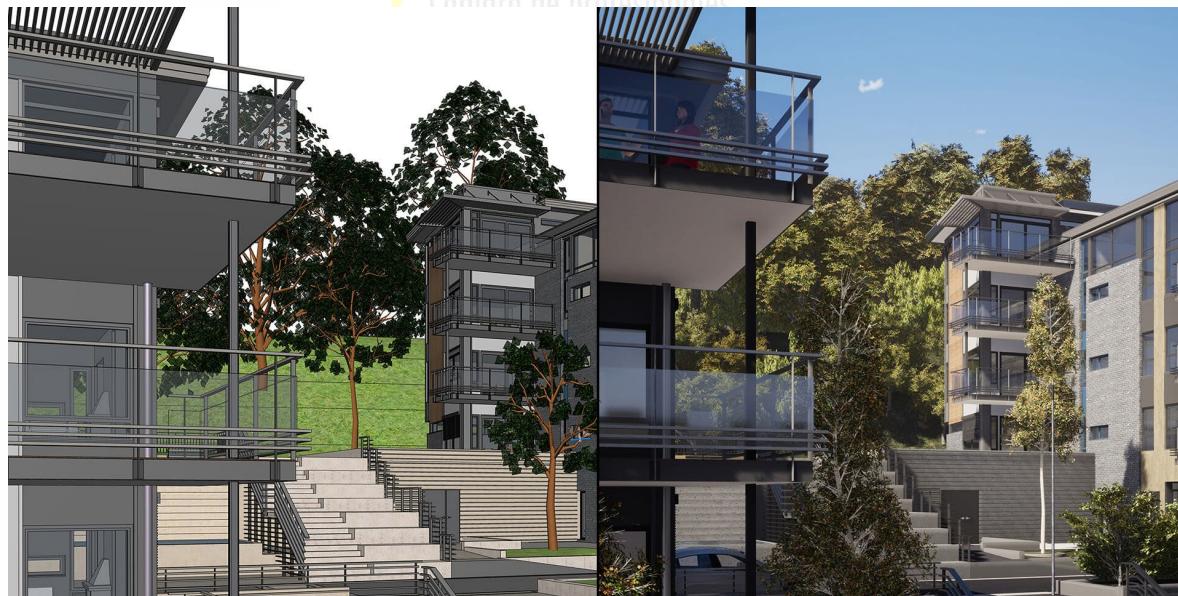
### 3.1 Interfaz General

#### 3.1.1 Ventana de trabajo



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

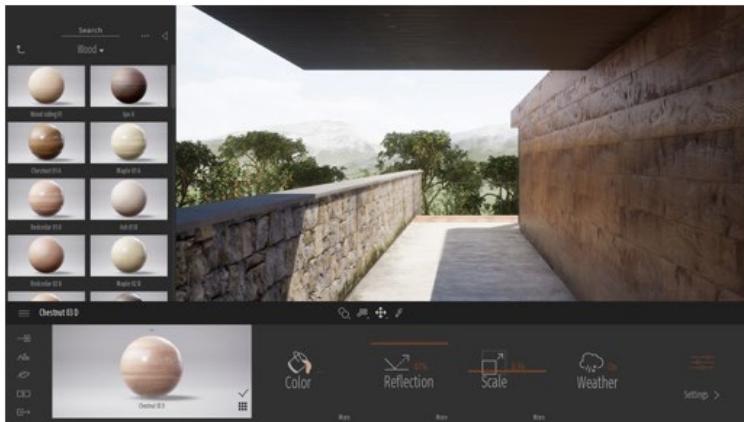
#### 3.1.2 Importación de dibujo base



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 3.2 Producción de Visualizaciones

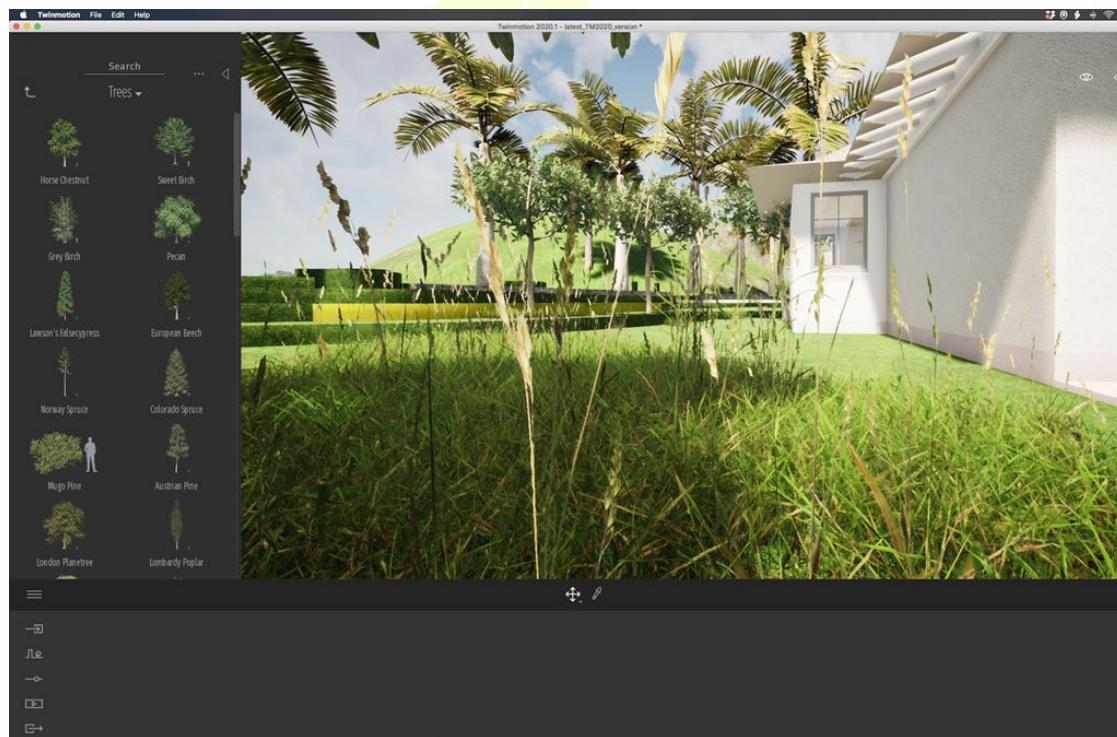
### 3.2.1 Materiales



<https://docs.unrealengine.com/en-US/Resources/EpicGamesContent/TwinmotionMaterialsPack/index.html>

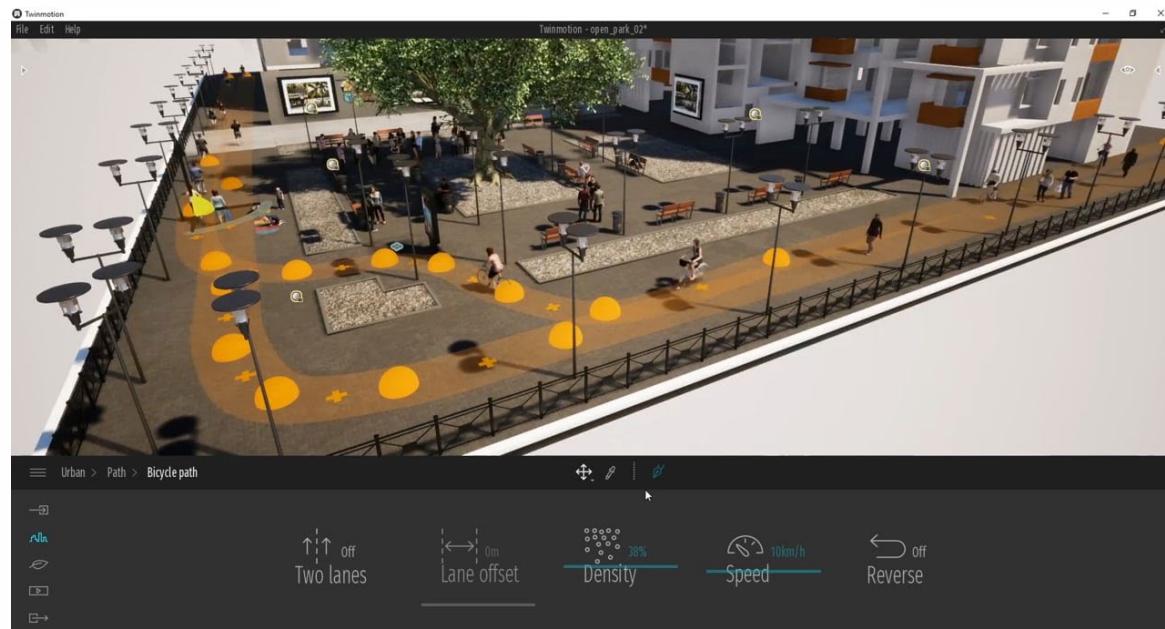
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 3.2.2 Paisajismo



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 3.2.3 Elementos dinámicos



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

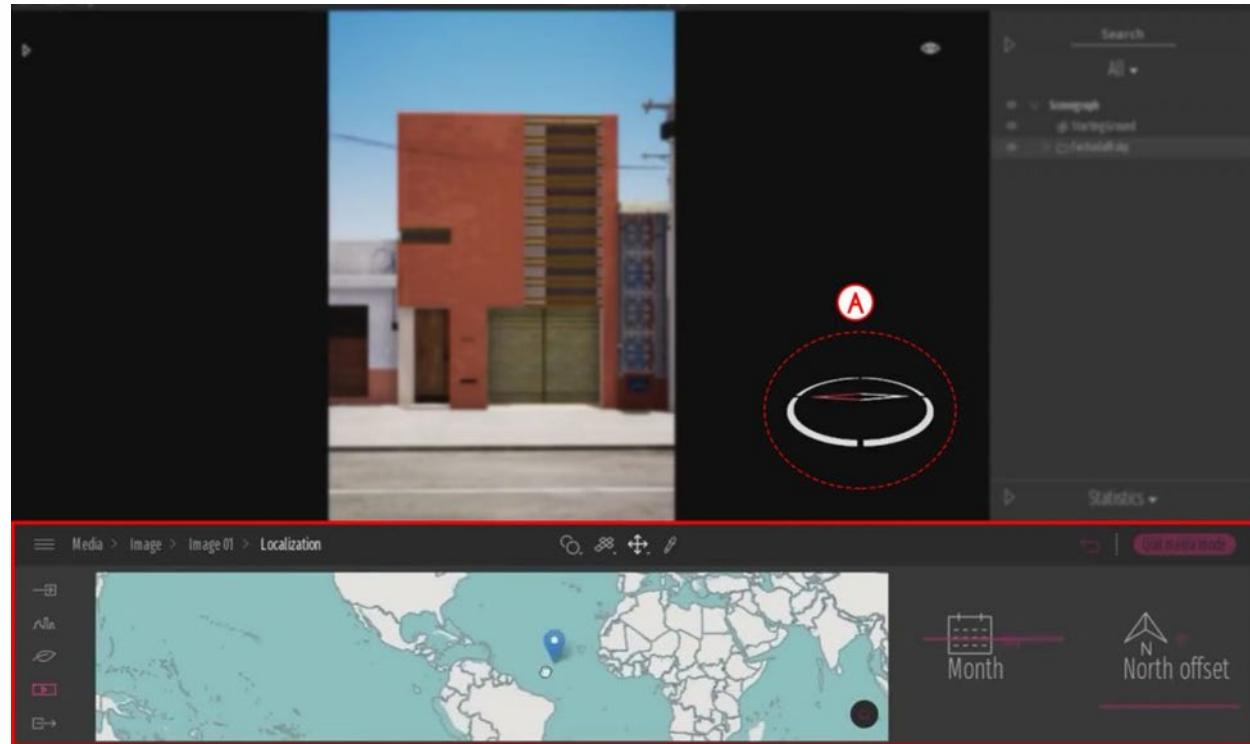
### 3.2.4 Elementos Humanos



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

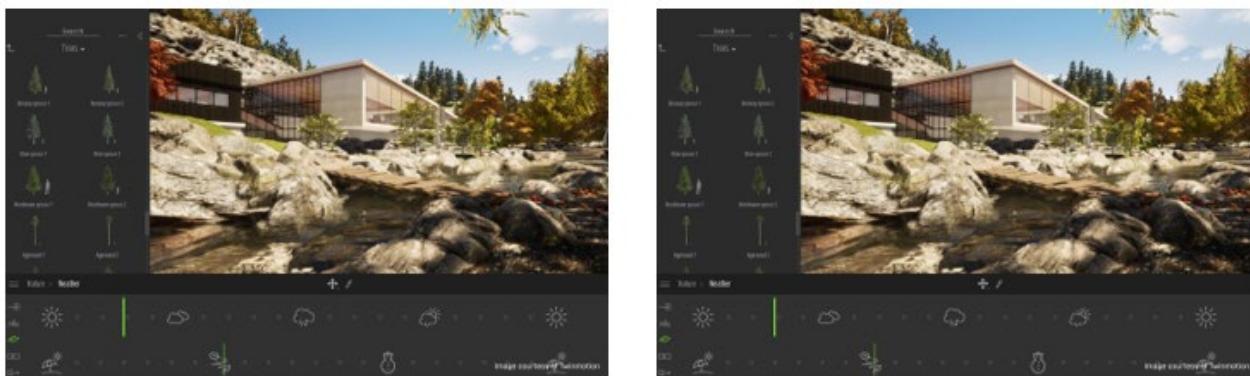
## 3.3 Configuración de Imágenes

### 3.2.1 Geolocalización



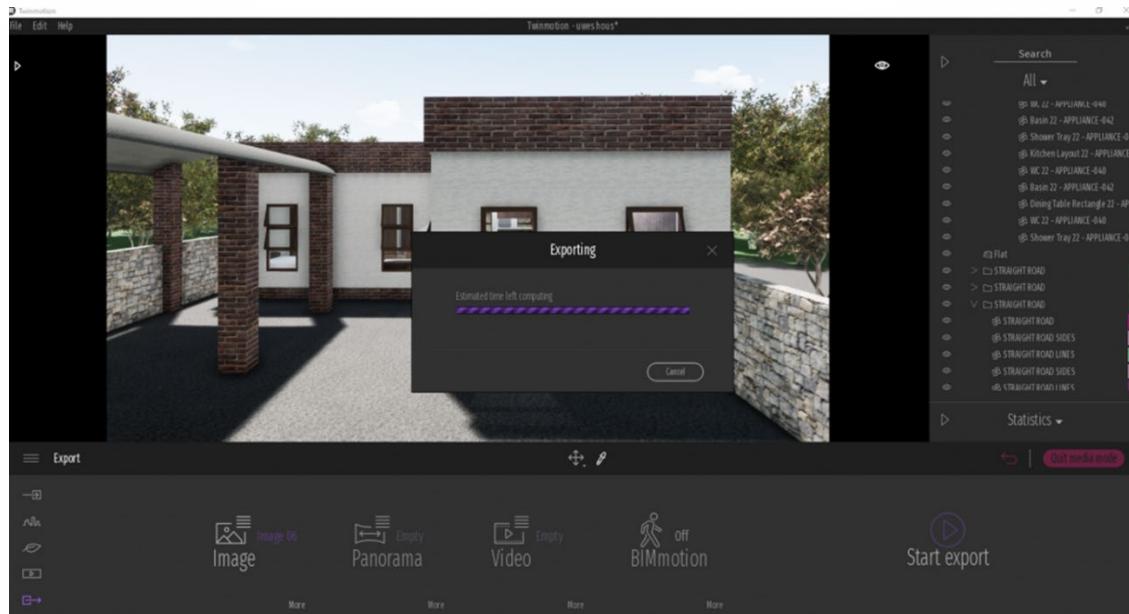
\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

### 3.2.2 Climatología



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

## 3.4 Renderizado final



\* Seguir demostración paso a paso en pantalla

**¿De qué calidad consideras los resultados?**

**¿Consideras que la herramienta es de uso constante?**

**¿Cuáles son las ventajas y desventajas de usar software de diseño y renderizado?**

**Material extra de seguimiento para continuar aprendiendo**

- Documentación de ayuda
- Cursos oficiales de Twinmotion
- Capacitación Especializada a SFVs
- Contacto con el Catedrático
- ¿Sugerencias de participantes??



## Empresarial y Jurídica

Arturo Rivelino

### Módulo 26 y 27 Asesoría Empresarial

#### Objetivo

El participante del curso identificará los errores más recurrentes en los que incurren los empresarios y su equipo en la administración de su negocio a fin de detectar posibles soluciones prácticas y de fácil aplicación que redundarán en una mejor operación de su organización

### LOS ERRORES MÁS COMUNES DE LA EMPRESA Y COMO SOLUCIONARLOS

#### ERROR 1: FALTA DE MISIÓN Y VISIÓN

Como empresario, se ha preguntado alguna vez:

- ¿Qué quiere ser la empresa?
- ¿Para qué existe?
- ¿Cómo quiero verla y que los clientes la vean en el futuro?
- ¿Qué debo hacer para lograr lo anterior y cómo?

Misión. - Enunciado breve y sencillo que describe la razón de ser o el fin último de una organización dentro de su entorno y en la sociedad en general. Da sentido y guía las actividades de la organización

Visión. - Es una expectativa de lo que se espera que la empresa logre en un largo plazo (que puede ir de los 3 a los 5 años). Nos indica cómo queremos ver a nuestra empresa en el futuro y como queremos que los clientes la perciban

La determinación de la misión y visión ayuda a modelar sólidamente la cultura empresarial eficaz, ofrecen un panorama completo de los valores, filosofía y aspiración que orientan la acción de la organización y tienen potencial para lograr la motivación de los miembros que participan en esta.

#### Ventajas de tener definida, escrita y comunicada al personal la MISIÓN

- Define claramente el qué, quién y cómo de la empresa;
- Delimita los valores y el marco de actuación;
- Permite planear y evaluar de acuerdo a la misión;
- Manda un mensaje a clientes, proveedores y empleados de que los accionistas saben lo que quieren, hacia dónde van y cómo lo quieren lograr;
- Se utiliza como criterio para tomar decisiones.

#### Ventajas de tener definida, escrita y comunicada al personal la VISIÓN

- Representa el sustento para la elaboración de objetivos de corto y mediano plazo;
- Representa la base para la elaboración de estrategias;
- Es el fundamento de la planeación futura de la empresa, independientemente de las personas.

## ¡ALERTA!:

NÚNCIA OLVIDE COMUNICAR DE FORMA CONSTANTE A SU PERSONAL LA MISIÓN Y VISIÓN DE SU EMPRESA Y LOGRE QUE ELLOS LA ASUMAN Y SE COMPROMETAN CON ELLA

## ERROR 2: DESCONOCIMIENTO DE LA MATRIZ FODA

- ¿Sabe usted qué es lo que está haciendo correctamente su empresa?
- ¿Ha identificado lo que está haciendo incorrectamente su negocio?
- ¿Ha percibido el potencial para su firma fuera de ella?
- ¿Tiene ubicados los principales riesgos que el mercado interno y externo le presentan a su organización?

La matriz **FODA** también llamada matriz de análisis estratégico permite evaluar las fuerzas y debilidades internas de una organización, así como las oportunidades y amenazas de su ambiente externo

### FODA significa:

- F: Fortalezas (Aspectos Internos en los que la empresa es competitiva)
- O: Oportunidades (Factores Externos que pueden aparecer en el futuro de la empresa y que esta debe aprovechar)
- D: Debilidades (Aspectos Internos en los que la empresa está fallando y requieren corrección)
- A: Amenazas (Factores Externos que están presentes o se pueden presentar en el futuro y causar un perjuicio a la empresa)

La matriz FODA se deriva de un diagnóstico a la empresa en todas sus áreas (Administración, Recursos Humanos, Producción, Comercialización y Finanzas, principalmente) y en su entorno (entre ellos los clientes y la competencia, además de los aspectos macroeconómicos y de comercio internacional)

## ¡ALERTA!:

JUNTE A SU PERSONAL Y ANALICEN LAS FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DE SU EMPRESA, CONSTRUYA SU MATRIZ FODA Y ELABORE UN PLAN DE ACCIÓN PARA APROVECHAR LAS FORTALEZAS Y

OPORTUNIDADES, PARA CORREGIR LAS DEBILIDADES Y PARA AMINORAR  
EL IMPACTO DE LAS AMENAZAS

## ERROR 3: CARENCIA DE ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

- ¿Cómo lograr encaminarse a alcanzar la misión y la visión de la empresa?
- ¿Cómo coordinar todos los recursos con los que cuenta la empresa, incluido el tiempo?
- ¿Qué esperamos alcanzar en el corto, mediano y largo plazo como empresa?

Los empresarios en su mayoría se forman mentalmente el objetivo de su empresa sin embargo no lo establecen de manera escrita ni formal por lo que el personal que colabora con ellos no lo conoce y por lo tanto las actividades que este realiza muchas veces no se encaminan a la consecución del objetivo lo cual es lo mismo que no establecerlos

El Establecimiento de Objetivos permite:

- Materializar la estrategia de la empresa para asignar recursos (¿qué?), actividades (¿cómo?), responsables (¿quién?) y tiempos (¿cuándo?)
- Conocer que se espera lograr en un período de tiempo

Los principales errores al establecer objetivos son:

- No comunicarlos a todo el personal de la empresa
- No definir un tiempo para su cumplimiento
- No revisar los avances periódicamente

### ¡ALERTA!:

ESTABLEZCA LOS OBJETIVOS DE SU EMPRESA INVOLUCRANDO EN LA FIJACIÓN DE ELLOS A SUS EMPLEADOS, COMUNÍQUESELOS A TODO EL PERSONAL Y ESTABLEZCA LA FORMA DE MEDIRLOS Y LA PERIODICIDAD CON QUE LES DARÁ SEGUIMIENTO

## ERROR 4: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEFICIENTE

- ¿Están establecidas claramente las líneas de mando en su empresa?
- ¿Las conoce perfectamente el personal?
- ¿Cada trabajador sabe quién es su Jefe o la persona a la que debe reportarle?
- ¿No existe duplicidad de funciones y atribuciones en su negocio?

El empresario conoce las funciones y actividades a desarrollar en la empresa, además de quienes deben realizarlas; sin embargo, por no estar documentadas, la mayoría de las veces, existe duplicidad de funciones e intervención de más de una persona al girar instrucciones a los empleados y trabajadores

Para evitar estos problemas es necesario definir los puestos con base en el proceso productivo de la empresa y en las áreas auxiliares al mismo. Una vez realizado esto se debe diseñar el organigrama delimitando claramente las funciones y atribuciones y procure que quede plasmado por escrito

Veamos el siguiente Caso:

La empresa productora de Quesos “El Menonita”, es una empresa familiar que comercializa diversos artículos, donde los dueños son dos hermanos: uno se encarga de las ventas y otro de la administración.

Cierto día el hermano encargado de la administración le ordena a un empleado que vaya al banco a efectuar algunos depósitos, antes de salir de la empresa el mismo empleado recibe una llamada del otro hermano ordenándole que salga a entregar un pedido urgente, trata de buscar al primer hermano y comentarle la situación para que le dé instrucciones, sin embargo, al irlo a buscar se da cuenta que salió de la empresa

- ¿Qué hace el empleado?
- ¿Qué haría usted si fuera el empleado?
- ¿Se va al banco a depositar y entrega al día siguiente?
- ¿Se va a entregar y deposita al día siguiente?
- ¿Espera a que llegue alguno de los dueños para preguntarle?
- ¿Cuál sería la mejor decisión?

## ¡ALERTA!:

ORGANICE UNA JUNTA CON SU PERSONAL DIRECTIVO, HAGA UNA DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS QUE REQUIERE SU EMPRESA EN CADA FASE DEL PROCESO PRODUCTIVO INCLUIDAS LAS ÁREAS AUXILIARES (RECURSOS HUMANOS, FINANZAS, VENTAS, ETC.)

## ¡ALERTA!:

UNA VEZ QUE SE TIENE EL PERFIL DE PUESTOS, DISEÑE EL ORGANIGRAMA ESTABLECIENDO CLARAMENTE LAS LÍNEAS DE AUTORIDAD, DE FORMA QUE CADA INDIVIDUO REPORTE SÓLO A UNA PERSONA (TENGA UN SOLO JEFE DIRECTO). TANTO EL ORGANIGRAMA COMO LA DESCRIPCIÓN DE

PUESTOS PLASMELA POR ESCRITO Y DÉSOLA A CONOCER A TODO EL PERSONAL

## ERROR 5: CENTRALIZACIÓN DEL PODER

- ¿Es usted el único autorizado para tomar las decisiones en su empresa?
- ¿Toma en cuenta las opiniones de sus colaboradores y subordinados para tomar una decisión?
- ¿Fomenta la creatividad de su personal al delegarle algunas atribuciones?

Algunos empresarios consideran que, al tener invertido parte de su patrimonio en el negocio, tienen toda la facultad de ejercer una dirección autócrata y desdeñan las opiniones y sugerencias de otros que tal vez están más competentemente autorizados para tomar las decisiones

Un muy alto porcentaje de las empresas mexicanas son familiares, por lo que los puestos directivos están a cargo de la misma familia, cuestión que en ocasiones no beneficia la consolidación y crecimiento de la empresa ya que se priorizan intereses personales y sentimentales.

Los principales problemas de la centralización de Poder son:

- Rezagos en el proceso productivo por esperar a que la máxima autoridad tome la decisión
- Pérdida de muchas oportunidades de negocios
- Miope toma de decisiones
- Existencia de personal ineficiente, desmotivado, con baja autoestima y desincentivado a explotar su creatividad

Para corregir esos problemas que se generan por la centralización de poder en una o unas cuantas personas utilicé el EMPOWERMENT

- **Empowerment-** Es una forma fundamentalmente distinta para trabajar en equipo. Es una forma de construir entendimiento entre usted y la gente con la que trabaja. Significa delegar mayor autoridad a sus subalternos en la toma de decisiones y ejecución de las tareas

“EMPOWERMENT NO SIGNIFICA PERDER CONTROL SINO GANARLO.”,

“CONFÍE EN SU PERSONAL, SINO ¿EN QUIÉN?”

## ¡ALERTA!:

LA PRIMERA CLAVE PARA DELEGAR O EJERCER EMPOWERMENT ES COMPARTIR LA INFORMACIÓN. LA SEGUNDA CLAVE ES CREAR AUTONOMÍA POR MEDIO DE FRONTERAS. LA TERCERA ES REEMPLAZAR RELATIVAMENTE LA JERARQUÍA CON EQUIPOS AUTODIRIGIDOS. APLIQUE ENTRE SU PERSONAL UNA ENCUESTA DE EMPOWERMENT.

## ERROR 6: FALTA DE POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS

- ¿Se ha preguntado qué pasaría si un empleado o trabajador sale de la empresa, se retira o muere?
- ¿La persona que lo sustituya lo hará con la misma pericia y eficacia?
- ¿Cómo aprenderá esta nueva persona a realizar la actividad?

Las empresas por lo general establecen sus bases de operación de manera verbal e informal lo cual origina falta de uniformidad al realizar las actividades.

Regularmente no se tienen por escrito los manuales de políticas y procedimientos que proporcionen la información sobre el orden cronológico y secuencial de las operaciones que se realizan en la empresa.

Los principales problemas de no contar con políticas y procedimientos delimitados, plasmados por escrito y comunicados al personal son entre otros:

- Malentendidos
- Retrasos en el proceso productivo
- Desfasamiento en la operación
- Problemas laborales
- Decaimiento en la imagen de la empresa al no cumplir uniformemente con los compromisos ante sus clientes
- **Políticas**- Criterios generales que tienen por objeto orientar la acción, dejando a los Jefes campo para las decisiones que les corresponda tomar. Sirven para formular, interpretar o suplir normas concretas
- **Procedimientos**- Son aquellos que señalan la secuencia cronológica de cada función concreta de la empresa

## ¡ALERTA!:

NO PROMUEVA LA TRANSMISIÓN ORAL DE LAS INSTRUCCIONES. REUNA A SU PERSONAL DIRECTIVO Y JUNTOS PLASMEN POR ESCRITO LOS PROCEDIMIENTOS Y POLÍTICAS DE SU EMPRESA. DETERMINE EN ELLOS LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN, LOS RECURSOS A UTILIZAR Y LAS ACCIONES A REALIZAR CUANDO SE PRESENTAN PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN.

## ¡ALERTA!:

DÉLE A CONOCER A TODO SU PERSONAL LAS POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS, ASEGURESE DE QUE LOS ENTIENDEN Y SABEN APPLICARLOS. LOS DOS DOCUMENTOS LE SERVIRÁN ADEMÁS COMO INDUCCIÓN PARA SU NUEVO PERSONAL

## ERROR 7: FALTA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

¿Ejecuta usted acciones de evaluación, corrección, retroalimentación y seguimiento a la operación de la empresa?

¿Con qué periodicidad realiza usted la evaluación y el seguimiento de los objetivos y de las acciones correctivas?

¿Tiene indicadores que le permitan percibir si su negocio es próspero?

La mayoría de las empresas carecen de sistemas de evaluación de desempeño de la empresa como un todo y del desempeño del personal por trabajador. Cuando se establecen políticas en las empresas no se supervisa que las cumpla el personal, inclusive el primero en romper las políticas de procedimientos es el dueño del negocio lo cual trae como consecuencia que el personal minimice la importancia de las mismas

Pocas empresas que establecen objetivos realizan evaluación de su desempeño como empresa y de su personal y dan un verdadero seguimiento a las acciones correctivas que son necesarias para eliminar una problemática. Es necesario que la empresa establezca un sistema de evaluación y seguimiento que opere periódicamente para evaluar desempeño a través de la construcción de indicadores que permitan medir aquel "No se puede mejorar lo que no se controla; no se puede controlar lo que no se mide; no se puede medir lo que no se define"

## ¡ALERTA!:

REUNA A SU PERSONAL DIRECTIVO Y ESTABLEZCA UN SISTEMA DE VALUACIÓN Y SEGUIMIENTO. DEFINA TAREAS Y RESPONSABLES, ASÍ COMO LAS FECHAS DE EJECUCIÓN. PÍDA PERIÓDICAMENTE INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SI ES POSIBLE FORME GRUPOS DE TRABAJO (¿SE ACUERDA DEL EMPOWERMENT?) E INVOLUCRE EN LA SUPERVISIÓN AL PROPIO PERSONAL OPERATIVO

### ERROR 8: COMUNICACIÓN DEFICIENTE

¿Considera eficiente y funcional la comunicación interna de usted con sus empleados?....

¿Entre sus empleados?...

¿De la empresa con los clientes?....

¿De la empresa con los proveedores?

¿Sabe que piensan ellos de su empresa?

El no tener definidas las líneas de autoridad genera una comunicación deficiente entre los miembros de la organización ya que estos no saben con certeza a quien acudir o no se generan vínculos de confianza para que se puedan comunicar los problemas que surgen en la operación cotidiana del negocio y si eso pasa al interior de la empresa, resulta más grave en la relación con clientes y proveedores

Es necesario recordar que los trabajadores y empleados no son adivinos. Es necesario que la información fluya de forma vertical (de arriba hacia abajo y viceversa) y horizontal (entre personas del mismo nivel jerárquico)

Existen principalmente dos tipos de comunicación:

- Formal.- Aquella que usa canales indirectos y que no se tergiversa, como la transmitida en reuniones, memorandos, informes, correo electrónico, anuncios en pizarrón, etc.
- Informal.- Aquella que usa canales directos de comunicación (pláticas cara a cara) y que está sujeta a la tergiversación de la información original

### “LA COMUNICACIÓN GENERA CONFIANZA”

Tan importante es la comunicación con sus empleados como lo es con sus clientes y proveedores. Busque que la relación con ellos siempre sea en términos de ganar-ganar

Tome en cuenta que para tener una buena comunicación se requiere:

- Saber lo que se quiere decir antes de decirlo
- Considerar que el lenguaje no verbal también cuenta
- Tomar en cuenta las necesidades e intereses de la otra persona (saber escuchar)
- Concluir siempre lo que se quiere decir
- Verificar que el mensaje se halla comprendido

### ¡ALERTA!:

PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN DE SU EMPRESA UTILICE EL ORGANIGRAMA E IDENTIFIQUE LAS LÍNEAS DE AUTORIDAD Y PROMUEVA QUE LA INFORMACIÓN FLUYA DE ARRIBA HACÍA ABAJO Y VICERVERSA Y DE FORMA HORIZONTAL

**¡ALERTA!:**

UTILICE MEDIOS VERBALES DE COMUNICACIÓN FORMAL (TALES COMO JUNTAS DEPARTAMENTALES E INTERDEPARTAMENTALES), ASÍ COMO MEDIOS ESCRITOS (OFICIOS, MEMORÁNDUMS, CORREO ELECTRÓNICO, ANUNCIOS EN PIZARRÓN) QUE TRANSMITAN LA INFORMACIÓN CON MAYOR VERACIDAD

**ERROR 9: FALTA DE CONTROLES ADMINISTRATIVOS**

¿Recibe o elabora reportes mensuales de la situación financiera y operacional de su empresa?

¿Utiliza la información financiera para la toma de decisiones o sólo para fines de pago de impuestos?

¿Cuenta al menos con Balance General, Estados de Resultados, indicadores de rotación del personal, información de clientes y proveedores?

Los empresarios en su mayoría desconocen las situación financiera exacta de su negocio, debido a que no llevan los controles ni registros necesarios para conocer sus ingresos, egresos, rotación de inventarios, porcentaje de ventas a crédito, etc.. La contabilidad solo se utiliza con fines fiscales y no para la toma de decisiones de las empresas.

Por no contar con un control administrativo los empresarios enfrentan entre otros problemas, los siguientes:

- Toma de decisiones subjetiva y miope
- Pérdida del control de las operaciones
- Alto costo de oportunidad en el manejo de los flujos de efectivo (en especial cuando no se vislumbra la oportunidad de ganar una tasa de interés por ellos)
- Reducción de los márgenes de corrección y adecuación de procesos
- Limitación del crecimiento del negocio

El mínimo de reportes que debe una empresa tener para llevar un control administrativo de la operación de la empresa es:

- Balance General y Estado de Resultados
- Razones Financieras;
- Lista de Clientes;
- Lista de Proveedores;
- Información de Costos y Utilidades
- Información relativa al personal (rotación, expedientes, evaluación del desempeño)

## ¡ALERTA!:

SI NO TIENE CONOCIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN, CONTABILIDAD Y FINANZAS, ACERQUESE A UN EXPERTO QUE LE ASEORE SOBRE COMO CONSTRUIR SU INFORMACIÓN FINANCIERA Y OPERACIONAL, MÁS AÚN, QUE LE ENSEÑE COMO UTILIZARLA PARA TOMAR DECISIONES QUE IMPACTEN POSITIVAMENTE A SU NEGOCIO

## ERROR 10: DESINTERÉS POR LOS ASPECTOS JURÍDICOCORPORATIVOS

¿Sabe cuáles son sus responsabilidades legales como empresario?

¿Conoce las obligaciones fiscales de su negocio?

¿Está consciente de los castigos penales que conllevan el incumplimiento de las obligaciones patronales como el pago del IMSS, SAR e INFONAVIT?

Tomando en consideración que la mayoría de las empresas son familiares se les da poca importancia a los aspectos jurídico-corporativos de los negocios ya que se juzga que el único requisito que se debe cumplir es concurrir al notario para estar legalmente constituida como sociedad.

Por ejemplo, las empresas constituidas como Sociedad (principalmente las pequeñas y medianas empresas), llámese Anónima, de Responsabilidad Limitada, etc., en su gran mayoría no cumplen con los requisitos jurídico-corporativos establecidos en la Ley de Sociedades Mercantiles, frecuentemente omiten celebrar asambleas ordinarias y extraordinarias, así como llevar los libros respectivos y las actas de la reunión por lo que son sujetas a sanción con la autoridad

No sólo las sociedades mercantiles tienen obligaciones, cualquier negocio aun operando como persona física genera obligaciones, tales como:

- Pago de Impuestos (IVA, ISR, IEPS, Impuesto sobre Nóminas, entre otros);
- Contribuciones Patronales (IMSS, SAR, INFONAVIT)
- Compromisos Mercantiles (operaciones de compra-venta) con clientes y proveedores

## ¡ALERTA!

ACÉRQUESE CON ASESORES EXPERTOS EN TEMAS JURÍDICOS, MERCANTILES, FISCALES, ENTRE OTROS Y PONGA AL CORRIENTE LA SITUACIÓN LEGAL DE SU EMPRESA

Error 11 Falta de una

## Propuesta Única de Negocio



- **Lo que hace único a tu negocio.**
- **Es concreta, tangible y observable.**
- **Promete un resultado específico a los clientes.**
- **Es diferente al lema.**
- **Se relaciona con el posicionamiento.**

### Consideraciones finales

#### ADMINISTRACION DEL TIEMPO



Nos permite coordinar el orden de las actividades, mediante la fijación de tiempos (prioridades) para el logro de las metas de tú negocio.

## ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO

### Consejos prácticos de la administración del tiempo

#### Sin rodeos

- Hazlo ya
- Calendariza los trabajos
- Si un trabajo es muy grande pártelelo en pequeños pedazos



#### Papeleo

- Apuntar los pendientes
- Organizar las notas mediante herramientas como: pizarrón, libretas, notas autoadheribles.
- Ser ordenado en toda la información generada por la empresa ( facturas, notas, etc.)



#### Delegación

- Delegar lo más posible
- Instrucciones claras y sencillas
- Control sobre tareas asignadas

## ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO

### Consejos prácticos de la administración del tiempo

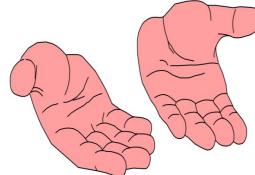
#### Llamadas Telefónicas

- Cuando te interrumpan apunta en una nota lo que estabas haciendo.



#### Atención al cliente

- Atender las necesidades del cliente sin exagerar su trato y servicio.



## Desarrollo de Productos o Servicios

- **Planes de innovación de productos.**
- **Desarrollo de paquetes.**
- **Modificación a los componentes del negocio.**

