



## PROYECTO FINAL DE GRADO

**“Proyecto de instalación de estaciones de carga rápida para vehículos eléctricos en los trayectos Coronel Oviedo–P.J. Caballero (PY08–PY05), Coronel Oviedo–Encarnación (PY08), Asunción–Salto del Guairá (PY03) y Asunción–Concepción (PY03–PY05)”**

Cristel Fabiola Segovia

Tutor: Prof. Ing. Pedro Pastor D. González R.

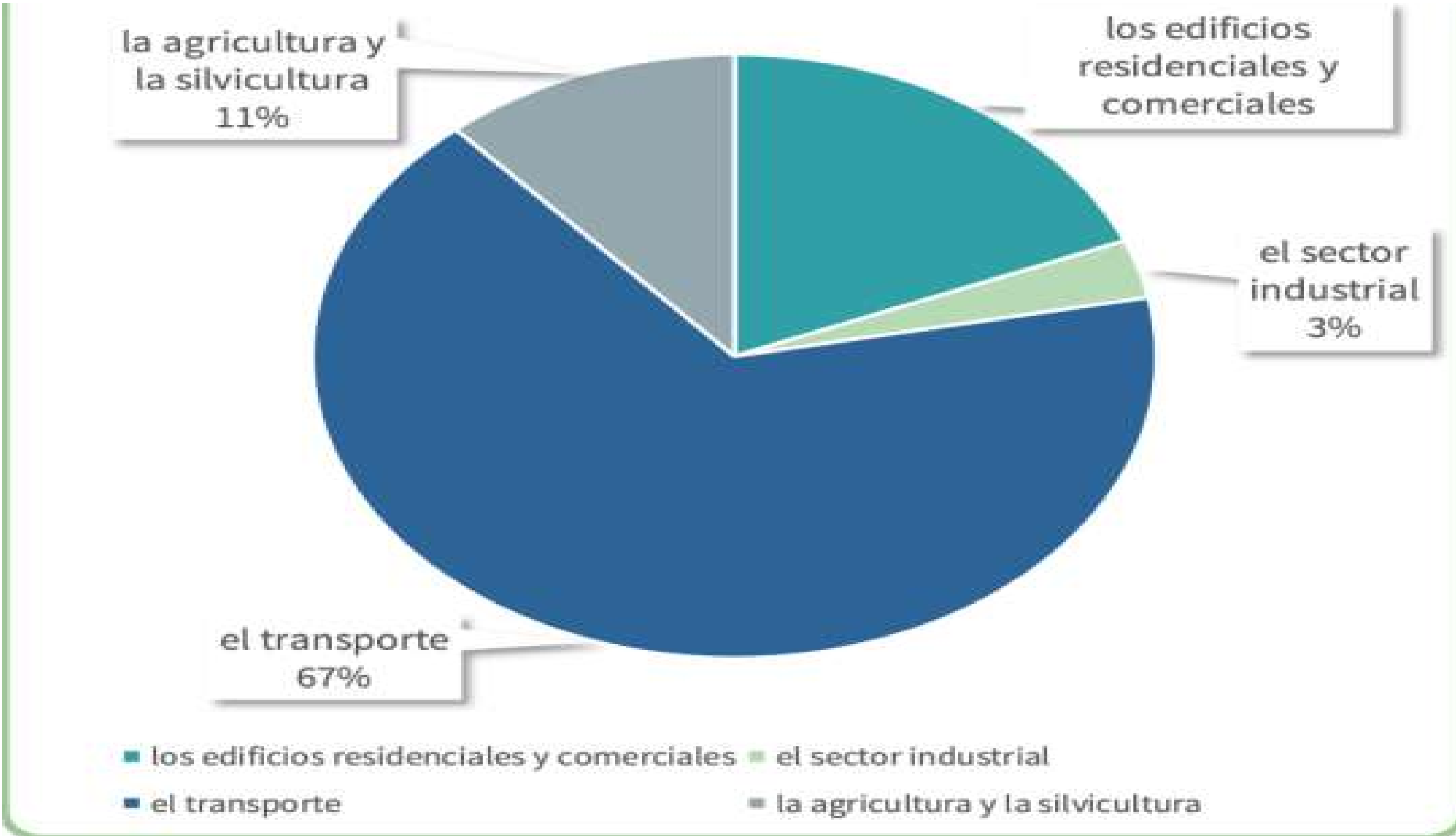
Coronel Oviedo

# DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR TRASPORTE

- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono y otros de gases de efecto invernadero (GEI)
- Transición de vehículos de baja emisión
- Acuerdo de París
- Electromovilidad

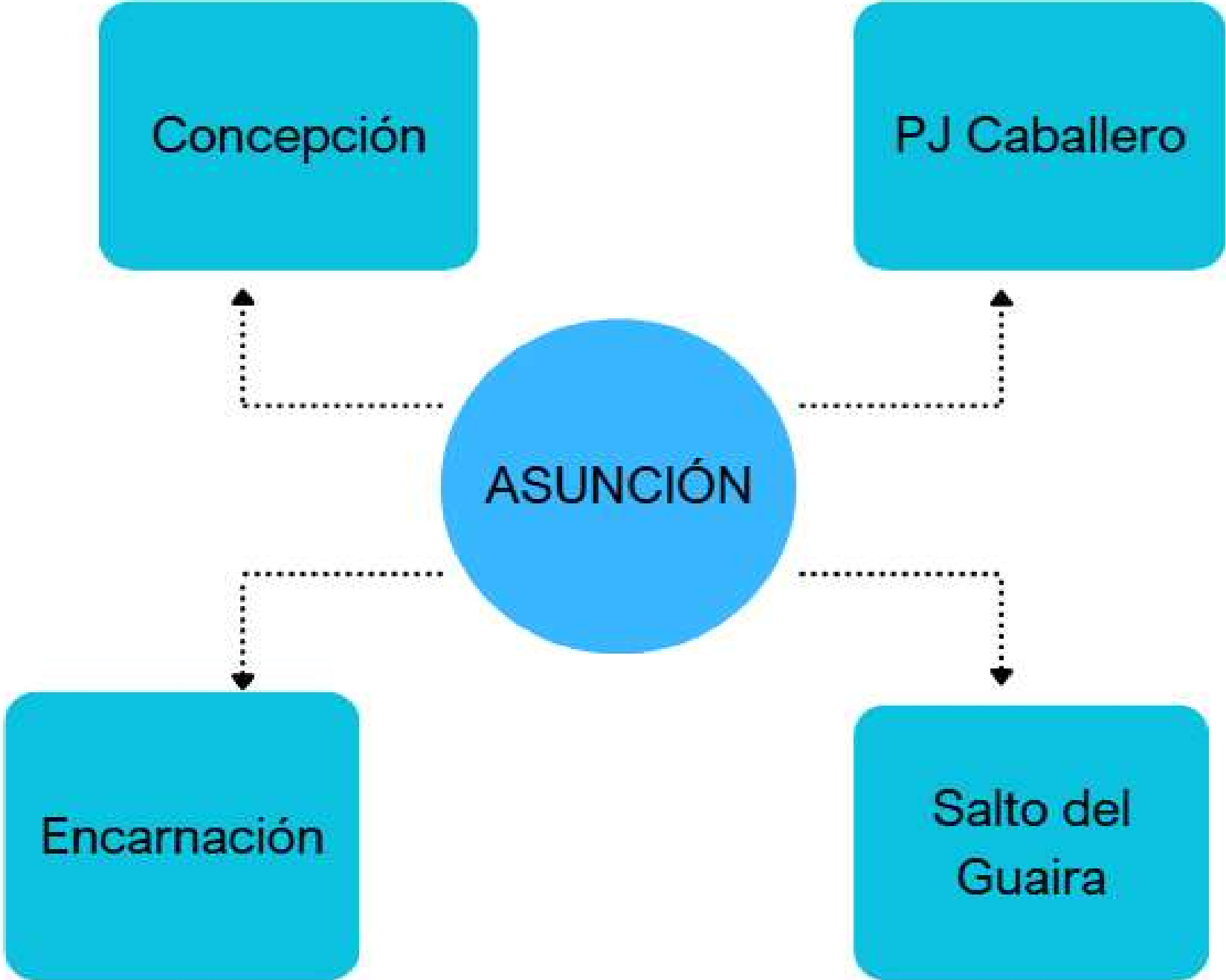


# USO DE ENERGÍA EN EL PAÍS

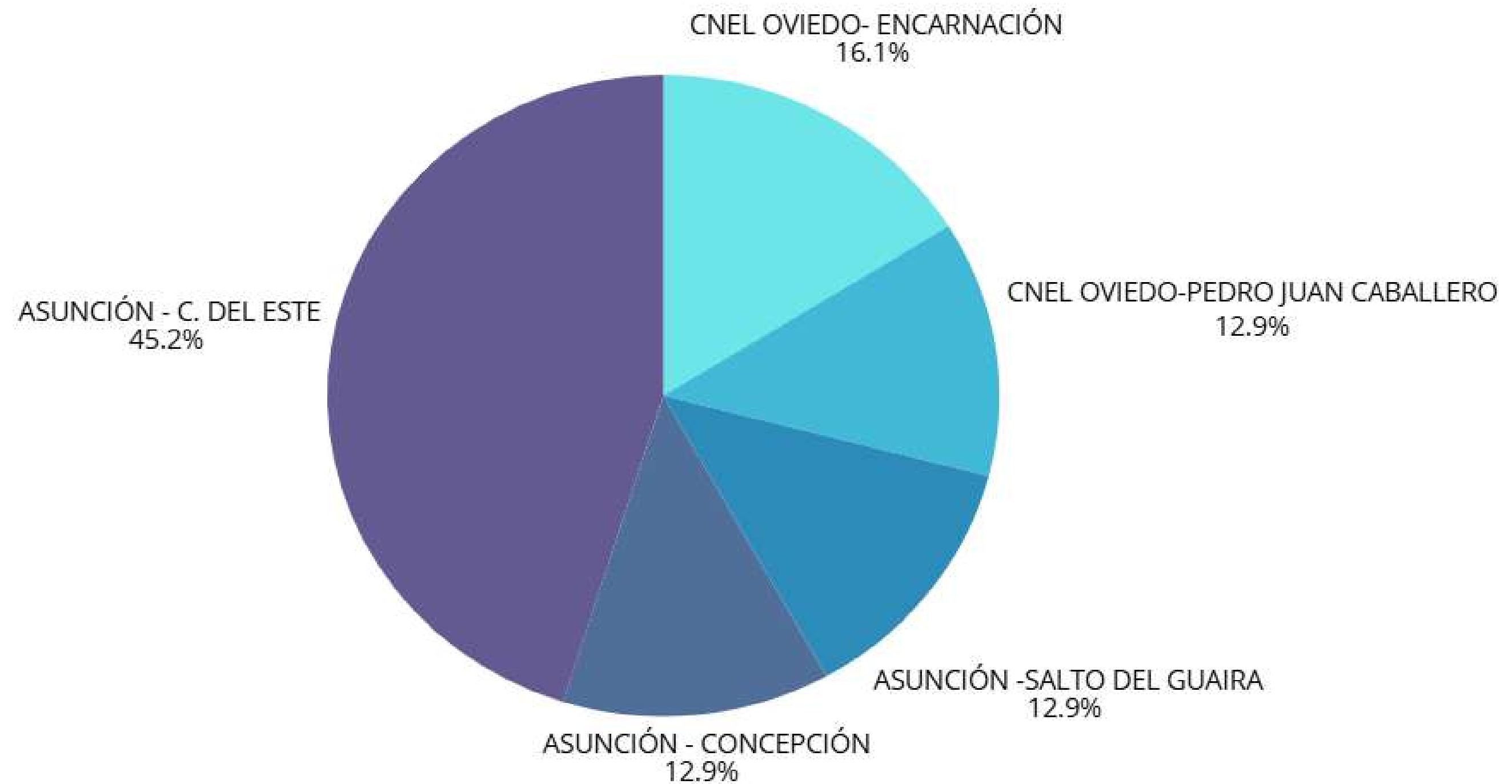


# Conexión entre ciudades

La conexión entre las ciudades, tomando a la ciudad capital como punto central, y enlazando las principales ciudades del país por su importancia económica, turística y por contar con pasos fronterizos.



# COBERTURA DE CARGADORES EN LOS TRAMOS



# Planteamiento del problema

La falta de infraestructura de carga rápida en corredores estratégicos del país limita la adopción de vehículos eléctricos, genera incertidumbre en los usuarios y dificulta viajes interurbanos eficientes, seguros y sostenibles, afectando el desarrollo de la electromovilidad nacional.



# Tramos seleccionados

Ruta	Trayecto
PY03	Asunción- Salto del Guaira
PY08-05	Asunción- Concepción
PY08 PY05	Coronel Oviedo- P.J. Caballero
PY08 PY01	Coronel Oviedo- Encarnación

## **PARTE TÉCNICA**

Anlisis de la capacidad de la red de distribución

Analisis para la integración de fuentes renovables

Cumplimiento de las normas y reglamentos técnicos

## **PARTE ECONÓMICA**

Criterios Financieros

Estructura tarifaria

Aumento de los vehículos eléctricos a lo largo del tiempo.

**TECNICA OPERATIVA**

**ECONOMICA FINANCIERA**

**AMBIENTAL**

**TERRITORIAL**



# Objetivos de Investigación

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad técnica y económica para la instalación de estaciones de carga rápida para vehículos eléctricos en los trayectos Coronel Oviedo- P.J. Caballero (ruta PY08-PY05), Coronel Oviedo-Encarnación (ruta PY08), Asunción -Salto del Guaira (rutaPY03) y Asunción –Concepcion (ruta PY03,08 Y05).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar las normas técnicas aplicadas en el país para la instalación de estaciones de carga, los modos de recarga y los tipos de conectores para vehículos eléctricos.

Identificar los tipos de conectores, que son compatibles con la mayor cantidad de vehículos eléctricos disponibles en el país.

Analizar y seleccionar puntos más convenientes para instalar estaciones carga considerando la capacidad de la red de suministro de energía eléctrica.

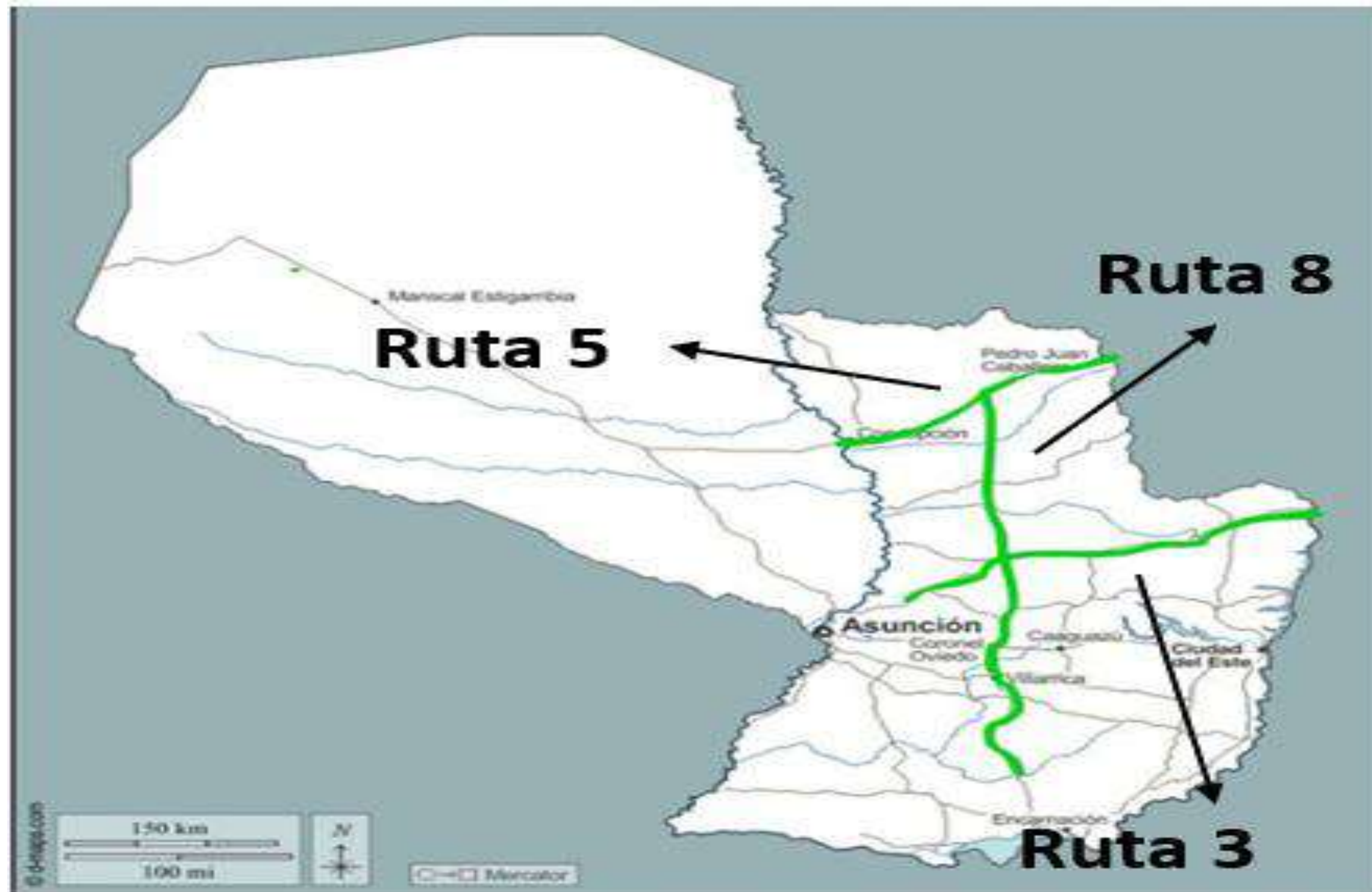
Diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico como fuente alternativa para la estación de carga.

Elaborar un diseño y presupuesto para la instalación de estas estaciones de carga.

Realizar un análisis económico del diseño propuesto.

# Corredores estratégicos seleccionados

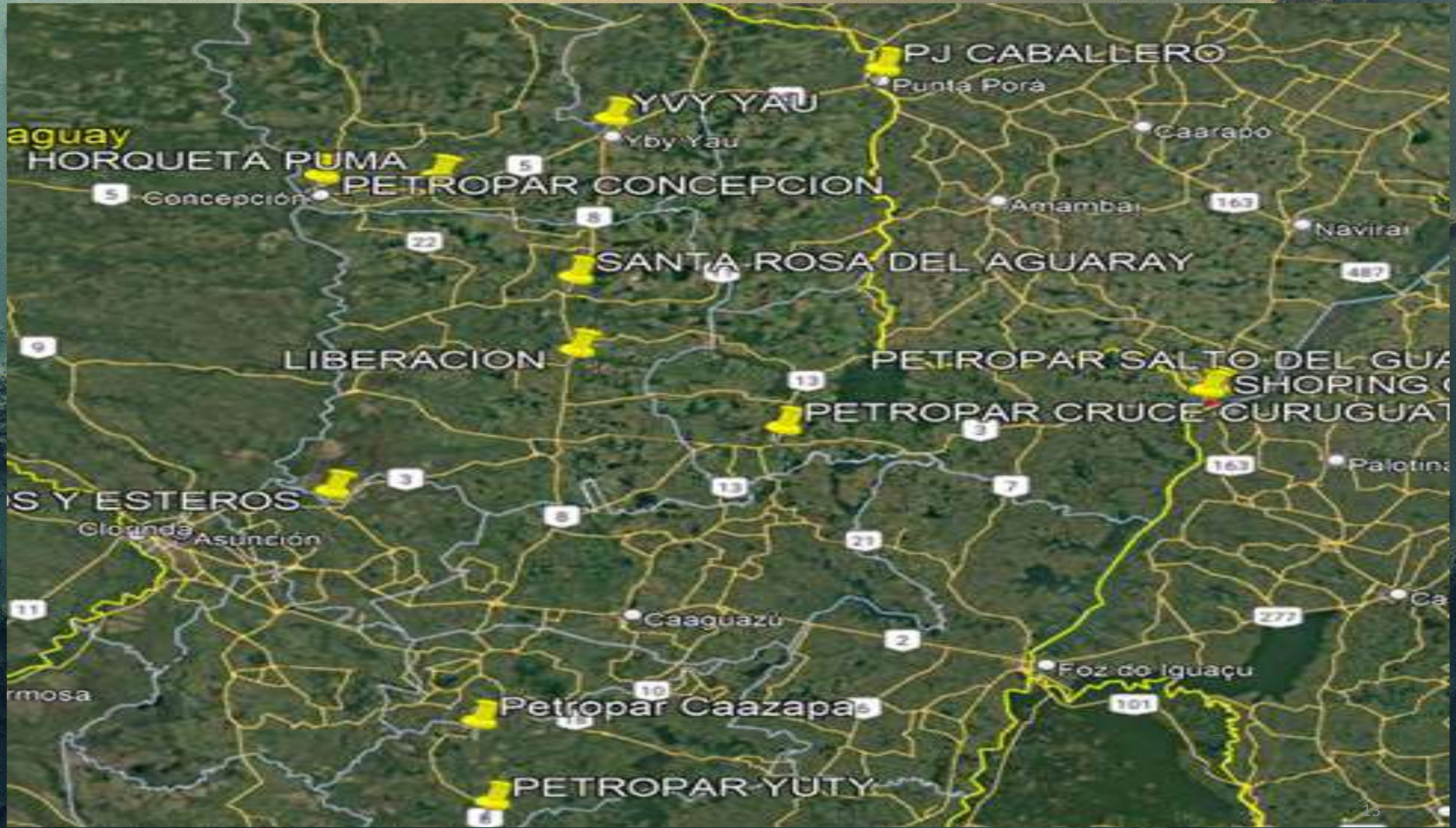
Los corredores estratégicos seleccionados para el presente proyecto son; PY03, PY05 y PY08



# Lugares seleccionados

La selección de emplazamientos prioriza accesibilidad inmediata a corredores PY03, PY05, PY08 y PY01, seguridad operativa, disponibilidad de superficie para circulación/estacionamiento y proximidad a puntos de conexión en MT.

<b>CIUDAD</b>	<b>LUGAR</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>RUTA</b>
<b>LIBERACIÓN</b>	PUMA	557428.39	7324017.1	PY08
<b>SANTA ROSA DEL AGUARAY</b>	PETROPAR	550023.33	7366281.8	PY08
<b>PEDRO JUAN CABALLERO</b>	SHOPPING DUBAI	632603.68	7504612.9	PY05
<b>ARROYOS Y ESTEREO</b>	PUMA	489948.61	7229282.8	PY03
<b>CURUGUATY CRUCE</b>	PETROPAR	633409.05	7290321.4	PY03
<b>SALTO DEL GUIRA</b>	PETROPAR	772314.81	7334942.3	PY03
<b>CAAZAPA</b>	PETROPAR	560835.31	7103158.1	PY08
<b>YUTY</b>	PETROPAR	573246.1	7056322.4	PY08
<b>HORQUETA</b>	SHELL las palmas	494913.96	7417526	PY05
<b>CONCEPCIÓN</b>	PETROPAR San Agustín	456529.29	7411303.6	PY05



aguaray

HORQUETA PUMA

YVY YAU

PJ CABALLERO

PETROPAR CONCEPCION

SANTA ROSA DEL AGUARAY

LIBERACION

PETROPAR SALTO DEL GUA

SHORING

PETROPAR CRUCE CURUGUAT

S Y ESTEROS

Glorinda Asunción

Caaguazú

Foz de Iguazú

Petropar Caazapas

PETROPAR YUTY

# CAPACIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN LOCAL



# DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE CARGA



# Conectores

El estándar de conector de los vehículos eléctricos con mayor presencia en el parque automotor nacional es el CCS2, CHAdeMO y el tipo 2 para menor portencia

<p>CA Conectores para corriente alterna</p>	 <p>Schuko</p>	 <p>Tipo 1 (J1772)</p>	 <p>Tipo 2 (Mennekes)</p>	 <p>GB/T</p>	 <p>TESLA</p>	
<p>CC Conectores para corriente continua</p>		 <p>CCS</p>	 <p>CCS2</p>	 <p>CHAdeMO</p>	 <p>GB/T</p>	 <p>TESLA</p>

# Cargador de 150kW



## DC EV Charger

150kw Dual gun DC fast charge

OCPP 1.6 and 2.0 upgradable

Credit card payment

RFID authentication

Mobile remote operation



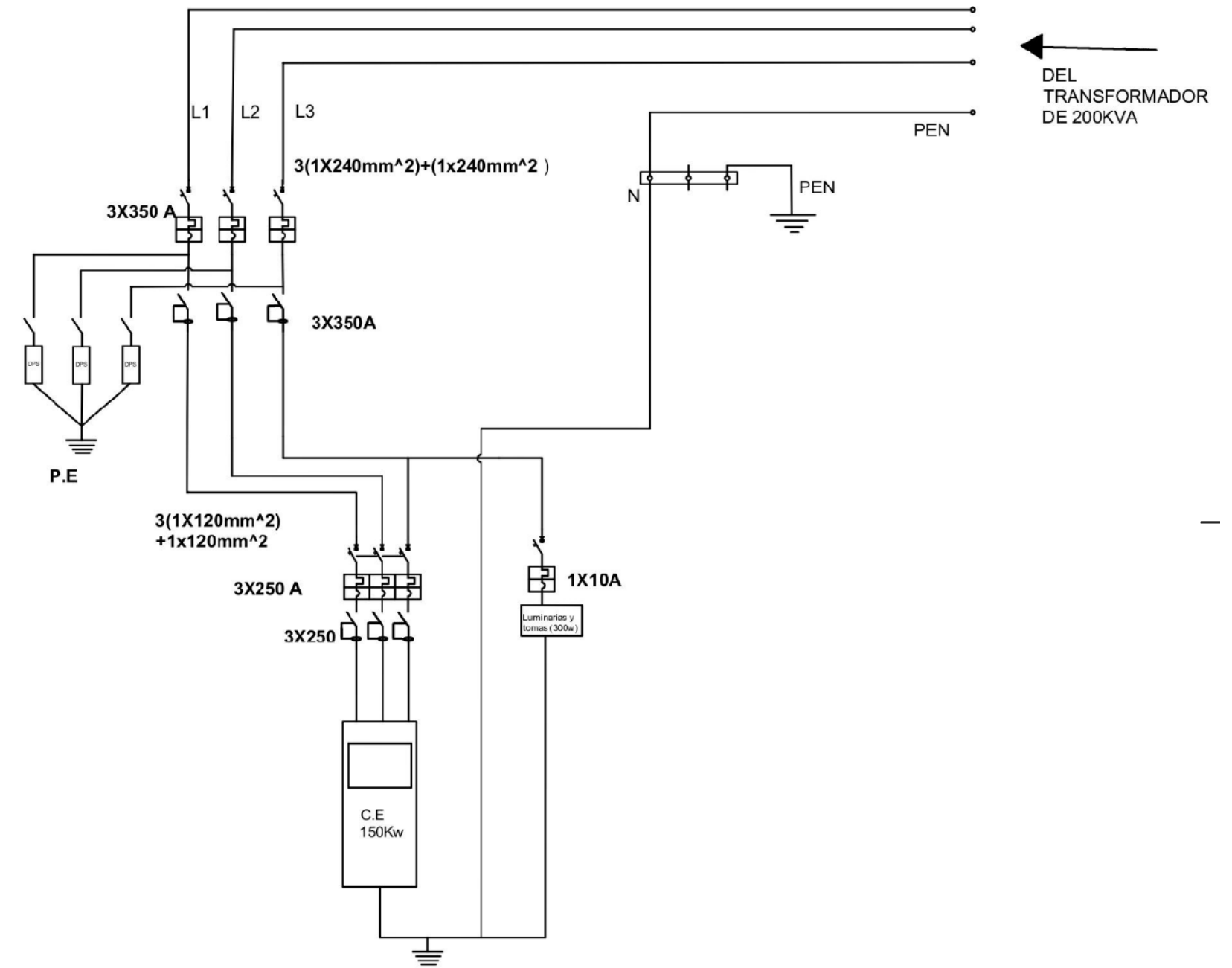
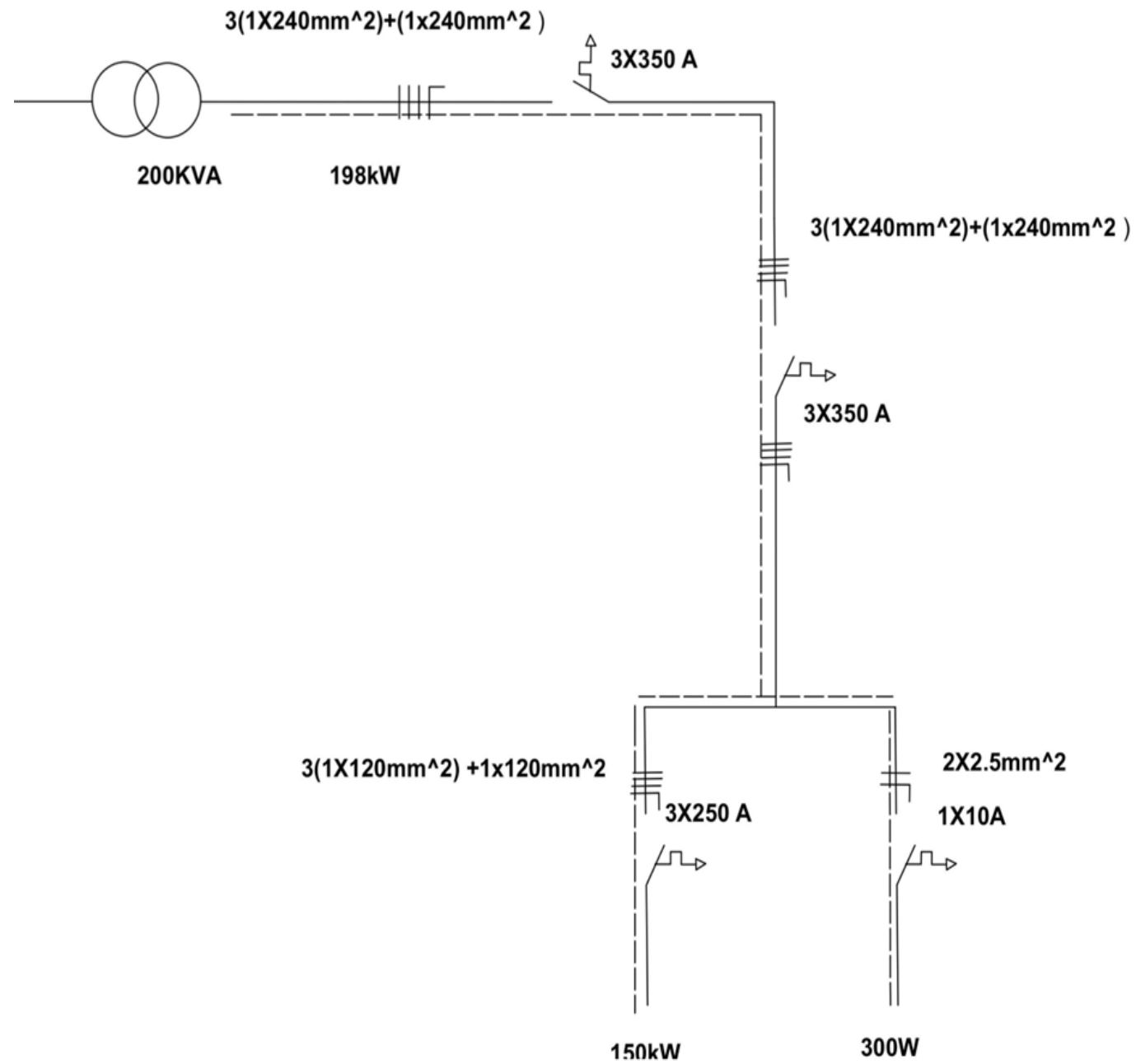
### parametros de producto

La especificación	El modelo	EF160 CJ082
Especificaciones eléctricas	La tensión de entrada	Fase 3 de 400 Vac
	Frecuencia de entrada	50Hz/60Hz
	El voltaje de salida	CCS: 200 - 1.000 VCC, CHAdeMO: 200 - 500 V CC
	Corriente de salida	CCS: 0 - 200A, CHAdeMO: 0 - 125A, 3-fase de 32 A máx.
	La eficiencia	≥94%
	Factor de potencia	≥ 0,99
Las escenas de la aplicación	Parking público/estación de carga	

# Dimensionamiento de conductores y sistema de protecciones

Circuito	P (kW) / Datos base	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>adm</sub> (A)	Protección asociada	Sección adoptada	e% (criterio)
Trafo → TGBT general)	Estación 150 kW; fp=0,99; Trafo ≈ 200 kVA	≈303,87 A	351 A	Interruptor regulable 3×350 A; I <sub>cu</sub> 25kA	3(1×240 mm <sup>2</sup> ) + (1×240mm <sup>2</sup> )	Cumple (<2 %)
Circuito → Cargador 150 kW	150 kW; fp=0,99	230,20 A	240 A	Interruptor 3×250A	3(1×120 mm <sup>2</sup> ) + 1×120 mm <sup>2</sup>	Cumple (<2 %)
Auxiliares (iluminación y tomas)	300 W	≈1,51 A	24 A	10 A	2,5 mm <sup>2</sup>	Cumple (<2 %)

# Esquema Eléctrico

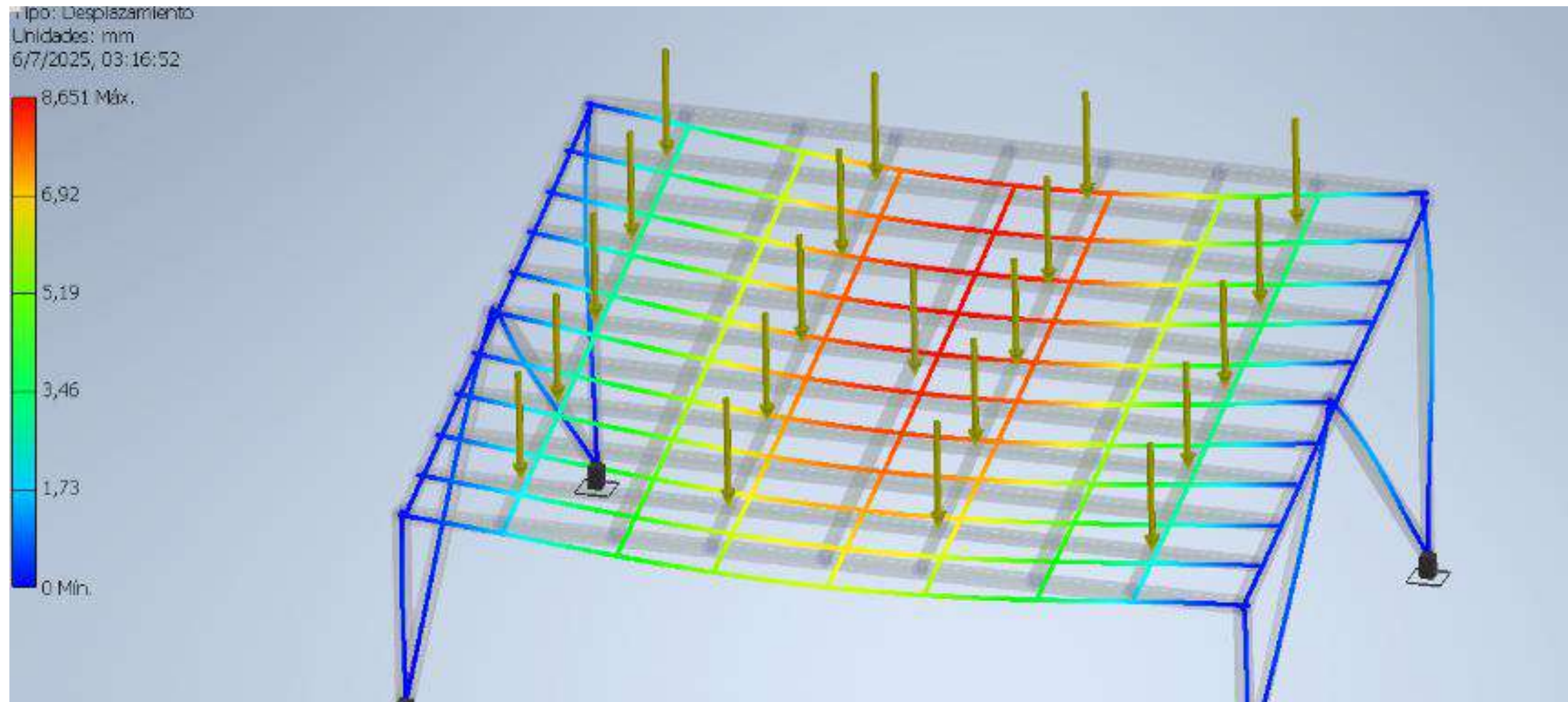


# Integración de Fuentes renovables





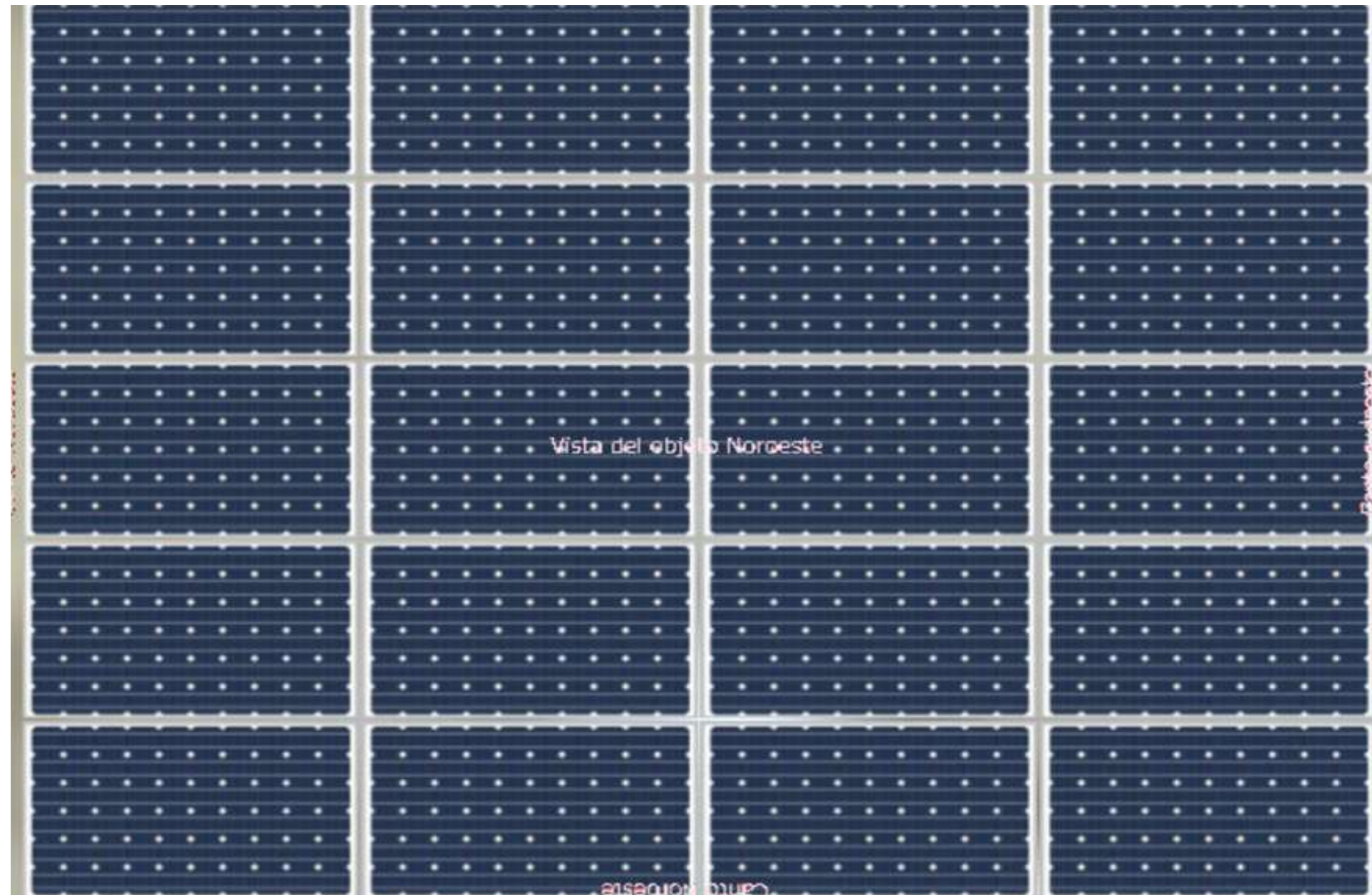
# Límite de desplazamiento



Simulación de las cargas que deberá soportar la estructura

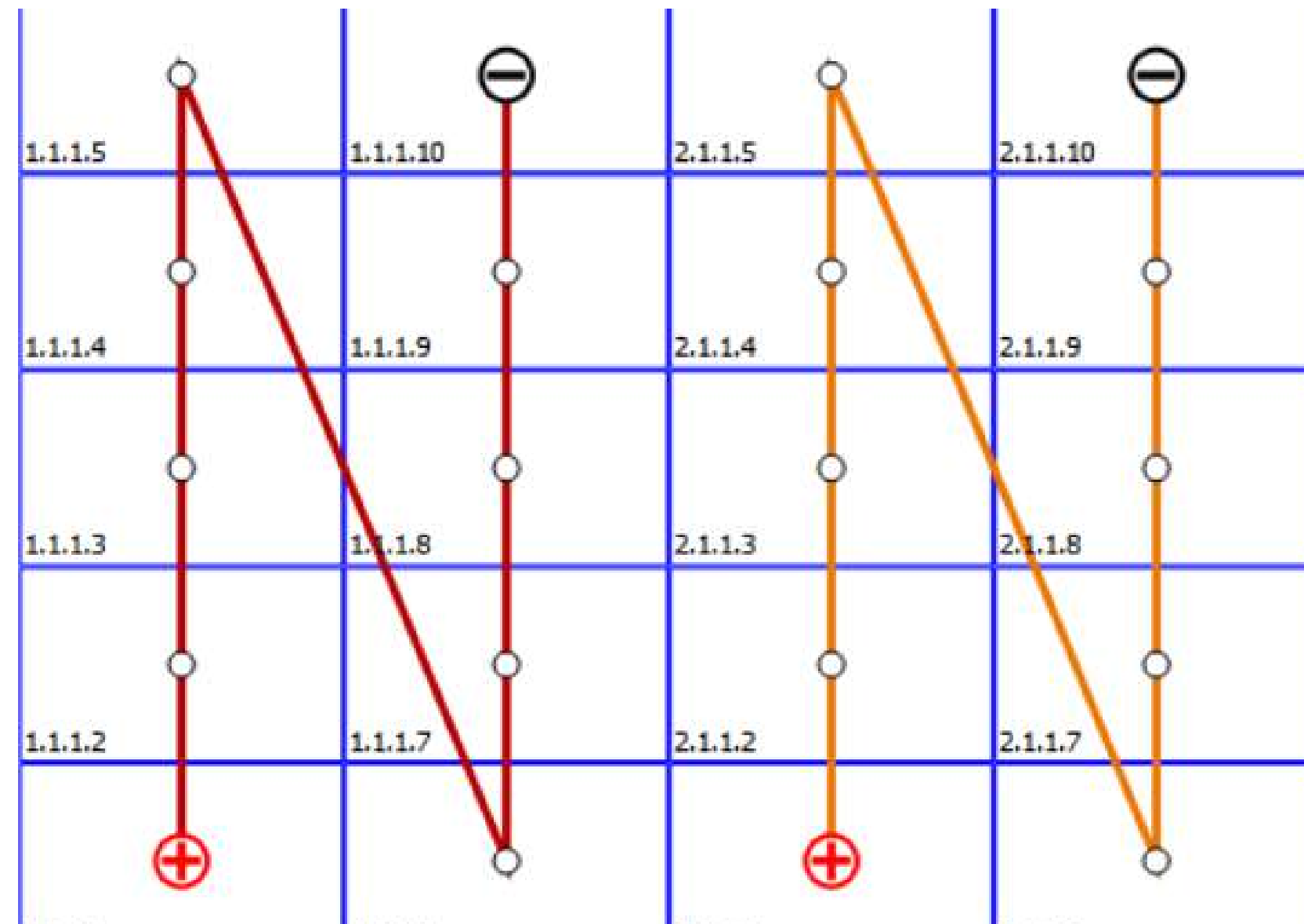
# Paneles Fotovoltaicos

El estacionamiento solar cuenta de 20 módulos fotovoltaicos de 600 Wp cada panel, es un sistema fotovoltaico conectado a la red con respaldo de banco de baterías.



# Simulaciones PV SOL y Diagramas

La conexión es de dos strings cada string cuenta de 10 módulos



Conexión en strings

# Conexión de inversores híbridos

1.1.1.5	1.1.1.10	2.1.1.5	2.1.1.10
1.1.1.4	1.1.1.9	2.1.1.4	2.1.1.9
1.1.1.3	1.1.1.8	2.1.1.3	2.1.1.8
1.1.1.2	1.1.1.7	2.1.1.2	2.1.1.7
1.1.1.1	1.1.1.6	2.1.1.1	2.1.1.6

# Dimensionamiento de conductores y protecciones para el sistema fotovoltaico

Circuito	Datos base	I_PROY (A)	I_adm (A)	Protección asociada	Sección adoptada
Tramo C.C	$I_{mod\_scc} = 15,97A$	$I_{adm} = 1,25 \times I_{mod\_scc}$	$I_{adm} = 1,25 \times 15.97 A = 18 A$	Fusible de 20 A Cada string	4 mm <sup>2</sup>
Tramo C.A	P= 10kW	15,19 A	$I_{adm} = 1.25 \cdot 15.19 = 18.98 A$	Interruptor termomagnético 3×25A	6 mm <sup>2</sup>

# Datos Climáticos

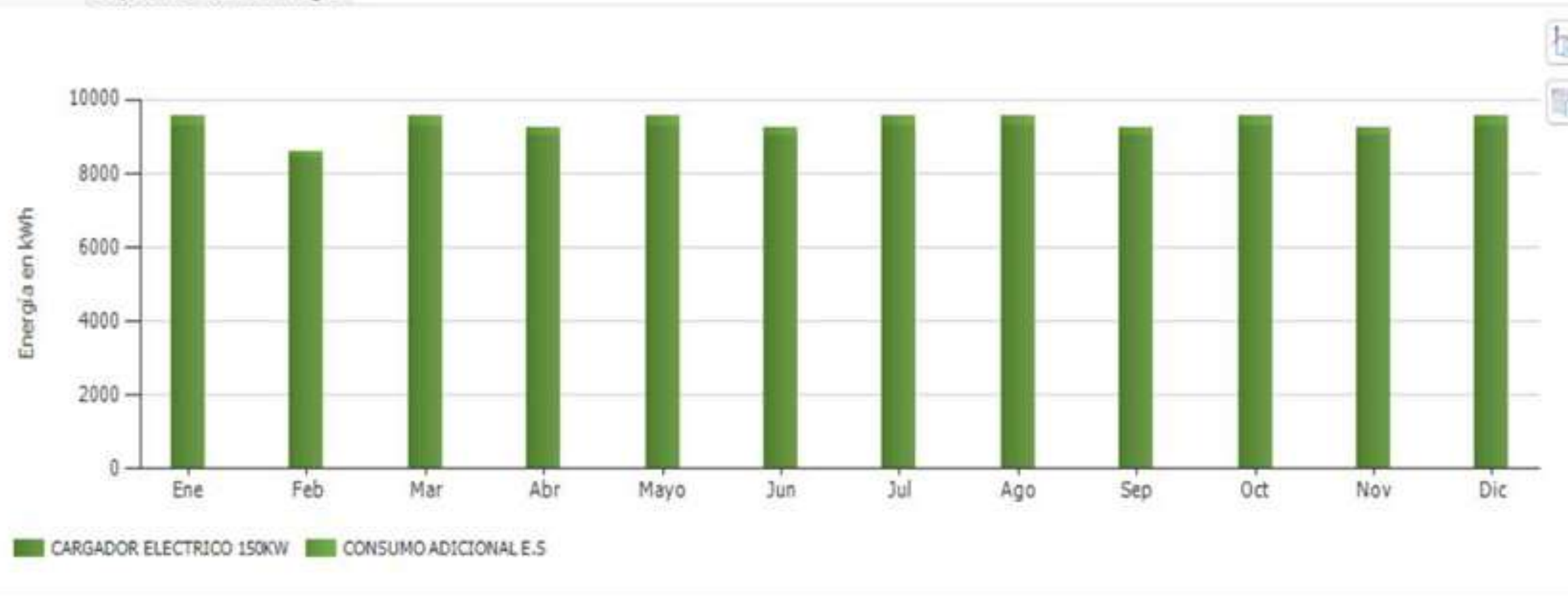
CIUDAD	SUMA ANUAL DE IRRADIANCIA SOLAR	TEMPERATURA MEDIA ANUAL
SANTA ROSA DEL AGUARAY	1925kWh/m <sup>2</sup>	24,2°C
LIBERACION	1917 kWh/m <sup>2</sup>	24,1 °C
PEDRO JUAN CABALLERO	1962 kWh/m <sup>2</sup>	24,3 °C
HORQUETA	1946 kWh/m <sup>2</sup>	24,3 °C
CONCEPCION	1953 kWh/m <sup>2</sup>	24,2 °C
CURUGUATY	1929 kWh/m <sup>2</sup>	22,7 °C
SALTO DEL GUAIRA	1910 kWh/m <sup>2</sup>	22 °C
ARROYOS Y ESTEROS	1910 kWh/m <sup>2</sup>	23,3 °C
CAAZAPA	1878 kWh/m <sup>2</sup>	22,7 °C
YUTY	1868 kWh/m <sup>2</sup>	22,3 °C

# CONSUMO ENERGÉTICO DE LA ESTACIÓN

NOMBRE	ENERGÍA EN KWH		
CARGADOR ELECTRICO 150KW	109500		
CONSUMO ADICIONAL E.S	2628		

Añadir consumo ▾

Val. mensuales Carpet Plot Serie cronológica



Consumo anual 112.128,0 kWh  
Pico de carga 150,3 kW

# Santa Rosa Del Aguaray



# SIMULACIÓN REALIZADA EN LA CIUDAD DE SANTA ROSA DEL AGUARAY

Potencia generador FV	12,00 kWp
Rendimiento anual espec.	1.618,91 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	84,09 %
Reducción de rendimiento por sombreado	0,5 %
Energía de generador FV (Red CA)	19.503 kWh/Año
Consumo propio directa	1.190 kWh/Año
Carga de baterías	3.754 kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0 kWh/Año
Inyección en la red	14.560 kWh/Año
Proporción de consumo propio	25,1 %
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.002 kg / año

Energía de generador FV (Red CA)



# Simulación del Sistema fotovoltaico en la ciudad de Liberación



**ORIENTACION LADO  
ESTE**



**ORIENTACION LADO  
NORTE**

# Orientación lado norte

## Instalación FV

Potencia generador FV	12,00 kWp
Rendimiento anual espec.	1.687,71 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	85,06 %
Reducción de rendimiento por sombreado	0,7 %
Energía de generador FV (Red CA)	20.328 kWh/Año
Consumo propio directa	1.194 kWh/Año
Carga de baterías	3.770 kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0 kWh/Año
Inyección en la red	15.364 kWh/Año
Proporción de consumo propio	24,1 %
Emissiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.315 kg / año

Energía de generador FV (Red CA)



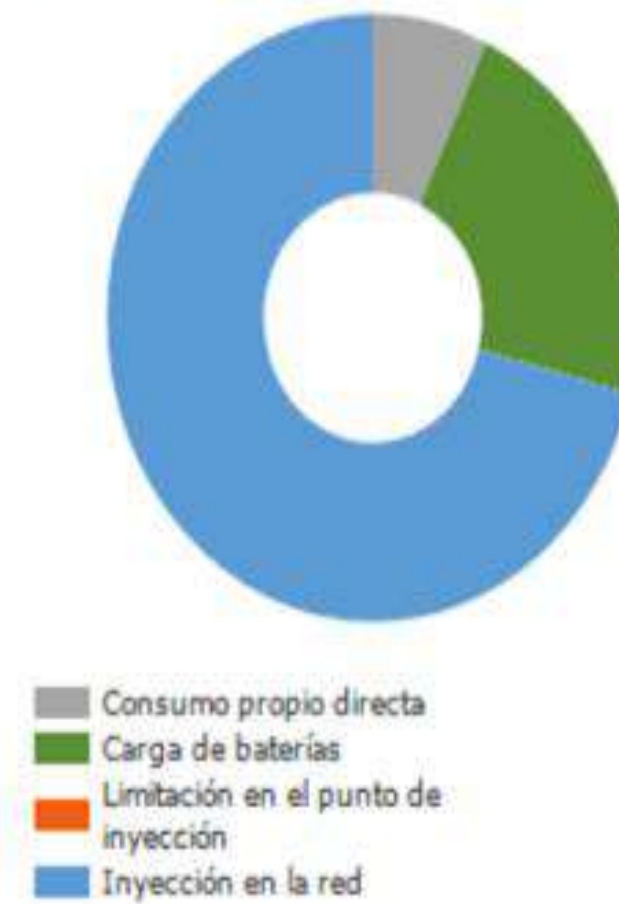
Consumo propio directa

# Orientación lado sur

## Instalación FV

Potencia generador FV	12,00 kWp
Rendimiento anual espec.	1.403,51 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	82,89 %
Reducción de rendimiento por sombreado	4,0 %
Energía de generador FV (Red CA)	16.918 kWh/Año
Consumo propio directa	1.183 kWh/Año
Carga de baterías	3.725 kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0 kWh/Año
Inyección en la red	12.010 kWh/Año
Proporción de consumo propio	28,7 %
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	6.022 kg / año

Energía de generador FV (Red CA)



# Sur vs norte

## Instalación FV

Potencia generador FV	12,00 kWp
Rendimiento anual espec.	1.403,51 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	82,89 %
Reducción de rendimiento por sombreado	4,0 %
Energía de generador FV (Red CA)	16.918 kWh/Año
Consumo propio directa	1.183 kWh/Año
Carga de baterías	3.725 kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0 kWh/Año
Inyección en la red	12.010 kWh/Año
Proporción de consumo propio	28,7 %
Emissiones de CO <sub>2</sub> evitadas	6.022 kg / año

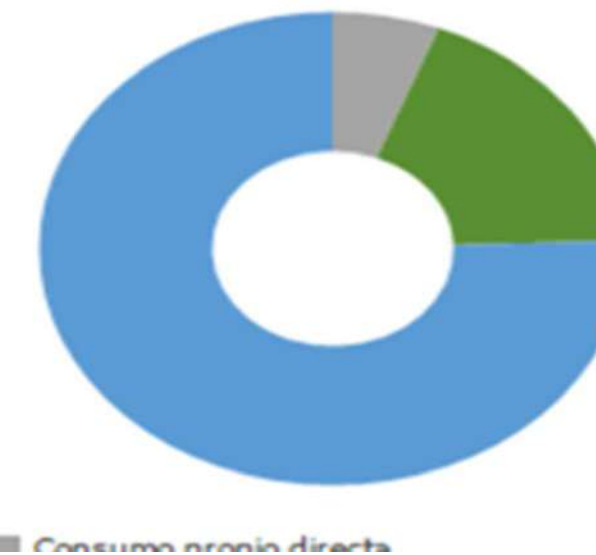
Energía de generador FV (Red CA)



## Instalación FV

Potencia generador FV	12,00 kWp
Rendimiento anual espec.	1.687,71 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	85,06 %
Reducción de rendimiento por sombreado	0,7 %
Energía de generador FV (Red CA)	20.328 kWh/Año
Consumo propio directa	1.194 kWh/Año
Carga de baterías	3.770 kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0 kWh/Año
Inyección en la red	15.364 kWh/Año
Proporción de consumo propio	24,1 %
Emissiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.315 kg / año

Energía de generador FV (Red CA)



# ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN LA GENREACIÓ<sup>́</sup>N DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

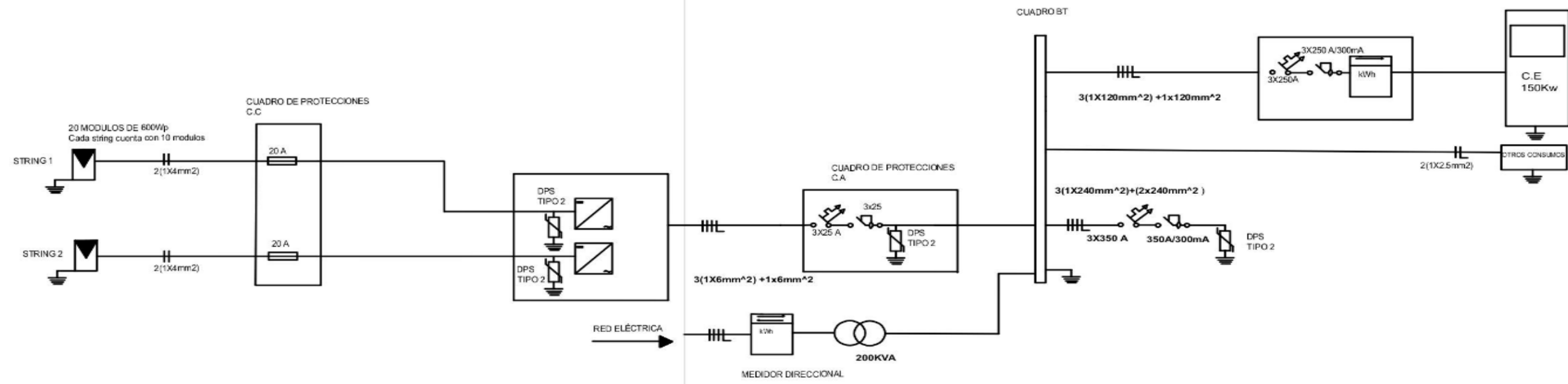
- La irradiancia solar
- La temperatura media anual
- La reducci3n de rendimiento por sombreado
- La orientaci3n de los m3dulos

# RESULTADOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICA

- La generación de energía fotovoltaica
- La reducción de la energía demandada a la red
- La energía inyectada a la red

SIMBOLOGIA

-  FUSIBLE
-  INTERRUPTOR REGULABLE
-  INTERRUPTOR DIFERENCIAL
-  INVERSOR
-  DESCARGADOR



	PROYECTO DE INSTALACION DE VEHICULO ELECTRICO Tramo: Zona:	PROYECTISTA:
	PRESUPUESTO N°:	PLANO N°:
		LÁMINA:

# Análisis Económico



# Elementos para el análisis económico

Inversion	tasa /periodo	Estructura tarifaria
Sin la integracion de fuentes renovables es de Gs. 265.000.000 Con la integracion de fuentes renovables Gs. 376.000.000	Tasa de descuento del 10 % por un periodo de 10 años	Tarifa de venta 2000 Gs/kWh; tarifa compra 310 Gs/kWh- cateroria 413 monómicas del Pliego de tarifa 21 v

# Proyección de la cantidad de usuarios a lo largo del periodo analizado

$$Prus = No.(1+0,025)^n$$

Prus= proyección de numero de usuarios por semana

No= cantidad de usuarios por semana en el periodo cero

$n$  = periodo

Periodo	Proye. usuarios por semana
0	5
1	5,125
2	5,384453125
3	5,798467091
4	6,400422721
5	7,241490832
6	8,397909256
7	9,982475094
8	12,16267658
9	15,18951639
10	19,44386517

Cantidad de vehiculos por año	
0	260
1	266
2	300
3	302
4	333
5	377
6	436
7	519
8	632
9	790
10	1011

# Criterios Económicos

Para determinar que el proyecto se considera rentable debe de cumplir los siguientes criterios.

**TIR > Tasa de  
descuento**

**VAN > 0**

# RESULTADOS ECONÓMICOS

Se presentan el valor neto actualizado VAN, la tasa interna de retorno TIR y el periodo de recuperación de la inversión PRI.

VAN =	125.498.384
TIR	18%

PERIODO DE RECU. DE LA LA INVERSION (PRI)	5 años
-------------------------------------------------	--------

# Análisis Económico

Elemento	Valor / Resultado principal	Comentario clave
Horizonte y tasa de descuento	10 años; tasa de descuento del 10 %	Base para evaluar VAN, TIR y recuperación.
Supuestos operativos	Ocupación ( 5 usuarios/semana); venta 2000 Gs/kWh; compra 310 Gs/kWh	Refleja la situación real de uso y costos de energía.
Indicadores financieros	VAN =Gs 125.498.384; TIR =18 %; PRI = 5 años	Cumple con los requisitos de rentabilidad.
Escenario con crecimiento	Incremento anual estimado de demanda del 2,5 % hasta 2035	Mejora ingresos, lo cual hace que el proyecto sea rentable.
<b>Resultado</b>	<b>Proyecto, económicamente Factible</b>	<b>VAN positivo y la TIR es mayor a la tasa de descuento</b>

# Conclusiones

- El proyecto es técnicamente y económicamente factible.
- El diseño cumple normas y garantiza seguridad operativa.
- Los conectores priorizados son el CCS2, CHAdeMO para carga rápida en C.C y el tipo 2 en C.A
- Los nodos prorizados presentan mayor cobertura
- El Proyecto presenta diseño y presupuesto
- La estacion solar reduce una fracción pequeña de la energía demandada a la red.



# Recomendaciones

- La creación de una tarifa exclusiva
- Impulsar mayor uso de la estación con alianzas e incentivos.
- Creación de un marco regulatorio sobre remuneración por energía inyectada a la red.
- Garantizar mantenimiento a las estaciones



# ¡Gracias por su atención!

