



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

DESARROLLO DE UN MODELO LLM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS EN FUNCIÓN DE LOS PRECIOS
DEL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

Autor: Marcos Ochoa Gil

Director: Óscar A. Yáñez Villarreal

Vº. Bº. 15 de Junio de 2025

Madrid

Junio de 2025

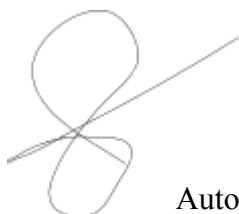
Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título:

**DESARROLLO DE UN MODELO LLM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CARGA Y
DESCARGA DE BATERÍAS EN FUNCIÓN DE LOS PRECIOS DEL MERCADO
ELÉCTRICO ESPAÑOL**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2024-2025 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Marcos Ochoa Gil

Fecha: 15 / 06 / 2025



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Óscar A. Yáñez Villarreal

Fecha: 15 / 06 / 2025





GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

DESARROLLO DE UN MODELO LLM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS EN FUNCIÓN DE LOS PRECIOS
DEL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

Autor: Marcos Ochoa Gil

Director: Óscar A. Yáñez Villarreal

Vº. Bº. 15 de Junio de 2025

Madrid

Junio de 2025

*A Óscar Yáñez y Anxo Panero, por su altruista colaboración y ayuda.
Un pedazo de esta Memoria es vuestra.*

DESARROLLO DE UN MODELO LLM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS EN FUNCIÓN DE LOS PRECIOS DEL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

Autor: Ochoa Gil, Marcos.

Director: Yáñez Villarreal, Óscar A.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente Trabajo de Fin de Grado justifica la viabilidad técnica y económica de un proyecto de almacenamiento puro conectado a la red, que optimiza sus ciclos de carga y descarga en función de los precios horarios del mercado eléctrico español. El contexto actual de la transición energética está caracterizado por un exceso de generación renovable durante las horas diurnas y por precios que rozan valores nulos en esas franjas horarias. Este escenario plantea la necesidad de soluciones que permitan absorber este excedente energético y redistribuirlo de forma eficiente. De esta manera, las baterías de gran capacidad representan una alternativa estratégica con gran potencial de desarrollo.

En una primera fase, se realiza una evaluación preliminar económica de viabilidad del proyecto basada en datos reales de los meses de marzo y abril de 2025, comparando distintos escenarios posibles. Paralelamente, se desarrollan y contrastan dos modelos de predicción de precios horarios a corto plazo: uno estadístico, basado en el método ARIMA, y otro fundamentado en la inteligencia artificial mediante fine-tuning del modelo de lenguaje LLaMA de Meta. Una vez validados los modelos predictivos, se diseña la infraestructura técnica del proyecto, detallando la elección de los principales componentes escogidos.

Finalmente, se construye un modelo financiero realista que incorpora tanto los ingresos proyectados como los costes totales del proyecto, permitiendo calcular indicadores clave como el ROI, el periodo de retorno y el flujo de caja acumulado. En conjunto, permite concluir la viabilidad real del proyecto y su potencial interés para inversores.

1. Introducción

La transición energética que actualmente afrontan las redes eléctricas a nivel global, ha impulsado una notable expansión de las fuentes de generación renovable, con especial protagonismo de la energía solar fotovoltaica. Esta evolución ha conducido a un punto en el que durante las horas de mayor radiación solar, se produce un excedente significativo de generación. Esta situación genera desequilibrios en la red (como se ha demostrado con el reciente apagón a nivel nacional) y se desarrollan franjas horarias de precios cercanos a cero o incluso negativos en el mercado eléctrico. Esta situación, plantea nuevos retos de gestión energética para Red Eléctrica Española y los distribuidores nacionales, que deben encontrar mecanismos eficientes para gestionar dicho exceso de energía y redistribuirlo de forma inteligente en franjas horarias donde la demanda supera a la oferta.

En este contexto, los sistemas de almacenamiento energético, especialmente aquellos basados en baterías de gran capacidad, se posicionan como una solución estratégica clave. Su capacidad para almacenar energía en momentos de bajo coste y liberarla durante picos de precio permite no solo estabilizar el sistema eléctrico, sino también habilitar nuevos modelos de negocio basados en la gestión dinámica de la energía. El proyecto planteado se inserta en esta línea, proponiendo una instalación conectada a red que permita optimizar los flujos de carga y descarga de baterías en función de los valores económicos del mercado eléctrico.

El desarrollo de este trabajo, responde por tanto, a una doble justificación. Por un lado, se pretende demostrar la viabilidad técnica y económica de este tipo de instalaciones como herramienta de mejora del sistema eléctrico. Por el otro lado, se busca aprovechar el potencial predictivo de los modelos de inteligencia artificial para anticipar el comportamiento del mercado eléctrico y, en consecuencia, mejorar la toma de decisiones. Esta aproximación se materializa en el diseño de un modelo híbrido que compara técnicas estadísticas tradicionales (ARIMA) con modelos de lenguaje de gran escala (LLM), entrenados específicamente con datos históricos de precios.

La motivación principal de este proyecto surge del interés por explorar el cruce entre ingeniería energética, sistemas de almacenamiento y técnicas avanzadas de predicción basadas en inteligencia artificial. El puntero desarrollo de modelos de inteligencia artificial como LLaMA, junto con herramientas eficientes de fine-tuning, ofrece nuevas oportunidades para su aplicación en entornos industriales concretos, como el mercado eléctrico. Del mismo modo, el componente de diseño técnico del sistema (almacenamiento, transformadores y protección) permite aplicar conocimientos de ingeniería eléctrica a un caso realista y alineado con los desafíos del sector.

En conjunto, el presente Trabajo de Fin de Grado propone una solución completa que combina el análisis energético, la ingeniería técnica de sistemas eléctricos y la inteligencia artificial, con el objetivo de demostrar la viabilidad económica de una instalación de almacenamiento conectada a la red.

2. Metodología

2.1. Objetivos y Especificación del Proyecto

1. **Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto.** Este estudio tiene el objetivo de identificar una potencial oportunidad de inversión con márgenes de retorno viables. Asimismo, se plantean distintos escenarios de sistemas con baterías y placas fotovoltaicas para comparar sus ingresos y rentabilidades.
2. **Diseño Técnico de la Infraestructura del Proyecto y Selección de los Componentes del Sistema, garantizando su Correcto Funcionamiento.** El sistema propuesto se basa exclusivamente en baterías que se cargan y descargan de la red en función del precio de la energía.
3. **Desarrollo de un Modelo Estadístico ARIMA de Predicción de Precios Eléctricos,** entrenado con registros históricos y posteriormente ajustado para optimizar su precisión.
4. **Implementación de un Modelo de Lenguaje LLM mediante Fine-tuning del Modelo LLaMA de Meta, para una Segunda Predicción de Precios del Mercado Eléctrico.** Los resultados obtenidos se compararán con los del modelo estadístico para evaluar las mejoras que ofrece el entrenamiento del LLM.
5. **Elaboración de un Modelo Financiero Realista que permita Evaluar los Resultados de Inversión derivados de ambos Métodos de Predicción.** Este modelo tiene el objetivo de poder ser presentado a potenciales inversores, cuya rentabilidad justifique su implementación en el mundo real.

2.2. Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto

El objetivo de este apartado es hacer unos primeros números que estimen a grosso modo el potencial de rentabilidad del proyecto. Para ello, se analizan los precios horarios del mercado eléctrico español durante los meses de marzo y abril de 2025, meses más recientes y que además ofrecen la posibilidad de realizar un contraste meteorológico entre distintas condiciones opuestas. Con respecto a valores de costes de inversión, únicamente se tienen en cuenta placas fotovoltaicas y baterías por el momento. Los valores completos del modelo de costes se incluirán más adelante en el apartado 3. *Resultados - Desarrollo del modelo financiero y análisis económico.*

Se ha calculado un valor medio para cada franja horaria utilizando todos los registros disponibles de cada mes

Hora	Marzo (media mes) €/MW	Abril (media mes) €/MW
01:00h	57.25 €	38.27 €
02:00h	48.09 €	29.74 €
03:00h	44.36 €	27.59 €
04:00h	42.42 €	25.01 €
05:00h	41.61 €	23.96 €
06:00h	44.12 €	26.55 €
07:00h	53.69 €	35.55 €
08:00h	73.25 €	57.33 €
09:00h	61.32 €	53.41 €
10:00h	43.51 €	25.95 €
11:00h	35.30 €	11.01 €
12:00h	29.06 €	3.20 €
13:00h	26.07 €	1.19 €
14:00h	23.60 €	0.30 €
15:00h	22.56 €	-0.15 €
16:00h	25.04 €	-0.44 €
17:00h	30.73 €	-0.09 €
18:00h	40.27 €	1.39 €
19:00h	64.04 €	6.64 €
20:00h	108.99 €	25.50 €
21:00h	110.24 €	61.79 €
22:00h	95.95 €	81.87 €
23:00h	82.95 €	62.93 €
24:00h	70.42 €	44.94 €

Figura 2.1: Precios Promedios para cada franja horaria de cada mes

Bocetando la tabla de valores medios horarios de los meses de marzo y abril, se obtiene:

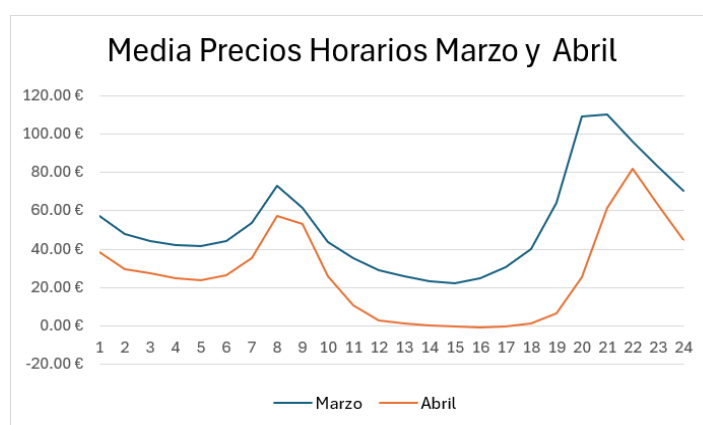


Figura 2.2: Representación Gráfica de los Precios Promedios para cada franja horaria

Además de evaluar la viabilidad económica potencial del proyecto, este apartado tiene como objetivo comparar tres posibles configuraciones de infraestructura que pueden implementarse en el diseño final. Se analizarán un sistema exclusivamente fotovoltaico, una solución híbrida que combine generación solar con almacenamiento, y una tercera alternativa formada únicamente en baterías. A través de este análisis comparativo, se justificará la selección de la opción más adecuada en función de los índices de rentabilidad obtenidos para cada configuración.

En el primer escenario, basado únicamente en energía solar, la rentabilidad del proyecto proviene de entregar directamente a la red la energía generada durante las horas solares del día, al no poder guardarla en ningún tipo de sistema de almacenamiento. Para estimar la producción, se emplea el concepto de Horas Solares Pico (HSP), tomando un valor medio de 5 h diarias entre las 12:00 h y las 16:00 h para los meses analizados.

El segundo escenario añade baterías a la infraestructura pudiendo aplazar la entrega de energía generada a la red, eligiendo intervalos horarios de mayor precio de venta. Se incorporan baterías con ciclos de carga y descarga de 2 horas, lo que permite concentrar ambos procesos en franjas horarias más próximas a los picos de precio, maximizando así los ingresos obtenidos por la operación del sistema. **La incorporación de las baterías otorga dos ventajas clave.** En primer lugar, permite **el aplazamiento del intervalo de venta a franjas nocturnas de precios más altos**, como ya se ha explicado. En segundo lugar, ofrece **la implementación de otro ciclo de carga y descarga** previo al diurno en la madrugada:

Durante este primer ciclo, se cargan las baterías entre las 4:00 y las 5:00, para posteriormente descargar entre las 8:00 y las 9:00 durante el primer máximo relativo de precios del día. En el segundo ciclo, la carga se realiza mediante la energía generada por las placas solares durante las horas centrales del día, vertiendo a la red el excedente obteniendo así beneficio. La descarga, en este caso, se lleva a cabo entre las 20:00 y las 21:00, en el pico máximo de demanda y precio diario.

El tercer escenario surge al observar la baja rentabilidad que ofrecen las placas fotovoltaicas con los precios actuales del mercado eléctrico. La franja horaria en la que las baterías se cargan a partir de la energía generada por las placas solares coincide con los periodos de menor precio de la electricidad. Esta circunstancia implica que se está realizando una gran inversión en generación fotovoltaica para cargar las baterías con energía “gratuita” procedente del sol, cuando el coste de hacerlo directamente desde la red en esa misma franja horaria resultaría prácticamente equivalente.

Por este motivo, se plantea un tercer escenario basado exclusivamente en almacenamiento, que conserva los dos ciclos de carga y descarga descritos en el caso anterior: una primera carga en la madrugada con descarga en la mañana, y una segunda carga durante el día con venta en las primeras horas de la noche.

Utilizando la tabla de precios medios descrita al inicio de este apartado, se conforma el siguiente estudio de viabilidad económica a grandes rasgos:

Primer, Segundo y Tercer Escenario					
Precios Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias					
	Franja 4am+5am	Franja 8am+9am	Franja Carga Baterías	Franja Resto Solar Pico	Franja 20pm+21pm
Marzo	84.03 €/MW	134.57 €/MW	46.16 €/MW	80.17 €/MW	219.24 €/MW
Abril	48.96 €/MW	110.73 €/MW	-0.59 €/MW	4.68 €/MW	143.66 €/MW

Retorno Diario (€/MW)			
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías
Marzo	126.33 €/MW	349.95 €/MW	223.62 €/MW
Abril	4.09 €/MW	210.11 €/MW	206.02 €/MW

Inv. Placas	Inv. Baterías
2,640,026.40 €	1,760,722.73 €

Retorno Anual (Proyecto 20 MWh, 10 MW durante 2 horas)				(==Retorno Diario * 10 * 365)
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías	
Marzo	461,109.21 €	1,277,317.50 €	816,208.29 €	
Abril	14,924.85 €	766,908.80 €	751,983.95 €	

Return On Investment (ROI)				(==Retorno Anual / Inversion)
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías	
Marzo	17.47%	29.03%	46.36%	
Abril	0.57%	17.43%	42.71%	

Figura 2.3: Análisis Económico Primer, Segundo y Tercer Escenario

Las fórmulas detalladas de cómo se han obtenido cada uno de los valores se detallan en el desarrollo de la memoria del TFG, pero pueden intuir de las explicaciones de los escenarios y las relaciones de colores utilizadas entre la tabla inicial de precios medios y este estudio de viabilidad.

Se pueden obtener dos conclusiones principales:

En primer lugar, los índices de retorno sobre la inversión (ROI) muestran un incremento significativo a medida que se avanza entre los distintos escenarios. En el primer diseño, formado exclusivamente por placas fotovoltaicas, los retornos son bajos y altamente dependientes de las condiciones meteorológicas, como se detallará más adelante. La segunda opción, que combina generación solar con almacenamiento, mejora notablemente estos valores, aunque la elevada inversión en paneles solares sigue limitando su rentabilidad. Finalmente, en el tercer escenario de almacenamiento puro, aunque se pierde la venta directa del excedente generado por la solar, la reducción del coste de inversión permite aumentar el ROI de forma notable.

En segundo lugar, se identifican diferencias significativas en los retornos económicos entre los distintos meses analizados. Marzo de 2025 destacó por ser un mes extremadamente lluvioso y frío, con precipitaciones que superaron ampliamente la media histórica. En contraste, abril de 2025 mostró un cambio significativo en las condiciones meteorológicas. Como se detalla en la memoria, el análisis de viabilidad se ha realizado premeditadamente utilizando dos meses con condiciones climáticas opuestas. Esta decisión tiene el objetivo de evitar sesgos en los resultados a partir de variables atmosféricas no tenidas en cuenta durante el estudio, garantizando así una evaluación más robusta.

Esta comparación permite observar cómo, al igual que en la primera conclusión, los retornos mejoran progresivamente con el avance de los escenarios. **La introducción de sistemas de almacenamiento reduce de forma considerable la dependencia de factores meteorológicos**, llegando a igualar prácticamente los resultados económicos de ambos meses en el tercer escenario. De este planteamiento, curiosamente, también se concluye que condiciones meteorológicas desfavorables son ventajosas para el proyecto de estudio, al ofrecer precios de venta mayores, aunque los precios de compra se incrementen también pero en menor medida.

2.3. Diseño Técnico de la Infraestructura del Proyecto

Tras la completa *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto*, se ha **optado para el diseño final del proyecto por una instalación basada exclusivamente en un sistema de almacenamiento de baterías conectadas a la red eléctrica**.

La infraestructura completa del proyecto está formada por una serie de 7 Contenedores de Baterías + Inversor, que forman el sistema de almacenamiento, 7 Transformadores, que conectan las baterías en baja tensión con la media tensión de la red; y un Equipo de Maniobra de Media Tensión, que garantiza la operación segura del sistema. El esquema se detalla a continuación:

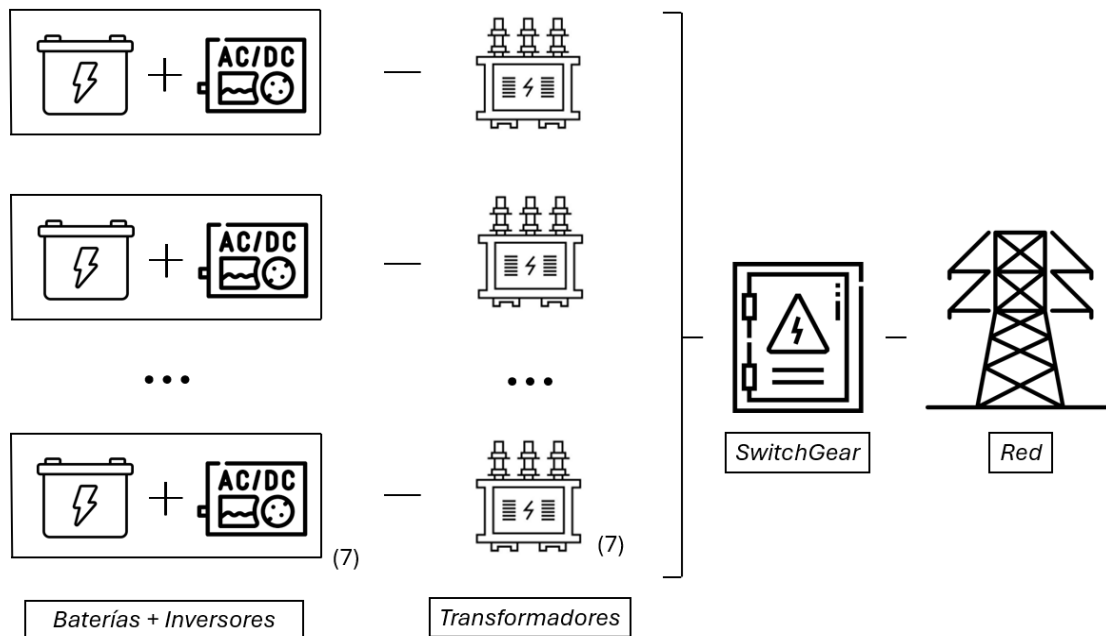


Figura 2.4: Esquema Final del Diseño técnico de la Infraestructura del Proyecto

Las características detalladas de cada uno de los componentes del sistema son las siguientes:

1. Contenedor de Baterías + Inversor

Las baterías constituyen el componente principal de la infraestructura del proyecto. Dada la capacidad y potencia del proyecto, se ha optado por utilizar un sistema de almacenamiento en formato contenedor, una solución común en instalaciones de gran escala por su facilidad de integración, su diseño compacto y su eficiencia operativa.

Se ha apostado por el modelo CubeArk 1.5MW/3MWh de SunArk Power. Este producto integra en su interior un inversor bidireccional, lo que elimina la necesidad de incorporarlo como componente externo en la infraestructura. Asimismo, alberga todos los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema, incluyendo sistemas de refrigeración, protección contra incendios y sistemas de gestión de baterías (BMS).

Dado que el proyecto utiliza una capacidad total de 20 MWh y se ha seleccionado un modelo de contenedor con 3 MWh por unidad, se requieren 7 unidades del sistema CubeArk para alcanzar la capacidad de diseño prevista. Coste total: 1.760.722,73 €.

2. Transformadores

El transformador es el componente encargado de modificar la tensión de la corriente eléctrica que circula por la instalación, adaptándola a los rangos de operación de los diferentes componentes. En este caso, el transformador actúa como enlace entre la red de distribución que opera a 25 KV en media tensión y las baterías que operan en baja tensión a 420V. **Se ha escogido el modelo TRIHAL 1600kVA 25kV/420V 36kV IP00 TIER2 de la marca Schneider Electric.** Este transformador cuenta con una potencia nominal de 1600 kVA, una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 420 V, con un nivel de aislamiento de hasta 36 kV.

Del mismo modo que con las baterías, dado que el proyecto cuenta con una capacidad total de 20 MWh y una potencia nominal de 10 MW, se ha optado por la instalación de siete transformadores independientes de 1600 kVA, asignando uno a cada batería. Coste total: 590.590 €.

3. Equipo de maniobra de media tensión (Switchgear)

El equipo de maniobra de media tensión tiene como función principal la desconexión inmediata y protección de circuitos eléctricos en sistemas de media tensión, garantizando la operación segura del sistema.

Se ha optado por el uso del modelo PMH-3 de 14,4 kV de tensión nominal y 25 kV de tensión máxima. Estas especificaciones se acoplan perfectamente a los parámetros requeridos de funcionamiento en este punto de la línea. **Coste total: 22.763,64 €.**

2.4. Obtención de Pronósticos de Precios

Para la *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto* se han utilizado datos históricos del mercado eléctrico, obtenidos a través del OMIE. No obstante, aunque estos valores podrían emplearse también en el desarrollo del modelo financiero, hay que destacar que al tratarse de un proyecto de inversión, es imprescindible basarse en estimaciones futuras y no en datos pasados, cuya interpretación siempre resulta más sencilla una vez conocidos. Por ello, es necesario elaborar un pronóstico futuro del mercado eléctrico español, que sirva como base sólida sobre la que construir el modelo financiero del proyecto.

A la hora de desarrollar este análisis económico futuro, una de las principales dificultades que surge es la correcta estimación de los ingresos. En el caso de estudio de este TFG, estos ingresos dependen directamente de la evolución del precio de la electricidad en el mercado mayorista. La obtención de pronósticos fiables sobre precios horarios a medio y largo plazo representa una tarea especialmente compleja. **Este tipo de previsiones no suele estar disponible de forma detallada públicamente**, dado que su elaboración exige el uso de modelos matemáticos avanzados y una alta capacidad de análisis de variables para lograr un alto nivel de precisión. La importancia de estas estimaciones se puede ver reflejada en cómo muchas compañías energéticas de gran escala cuentan con departamentos específicos dedicados exclusivamente al desarrollo de este tipo de previsiones.

Por otro lado, **la necesidad de obtener datos horarios específicos para cada día del mes** eleva considerablemente la complejidad del proceso, ya que impide utilizar promedios mensuales, más accesibles en fuentes públicas online.

Por estos dos motivos, se ha optado por el desarrollo de dos humildes modelos de pronósticos de precios propios. El primero de ellos se ha obtenido mediante un método estadístico ARIMA utilizando el software de SAS. El segundo, se ha construido mediante el fine-tuning del LLM de la inteligencia artificial LLaMA de Meta.

Se ha decidido desarrollar de forma paralela dos modelos de pronóstico, con el objetivo de utilizar los resultados del modelo estadístico como referencia para evaluar las potenciales mejoras introducidas por el modelo basado en LLM. Para poder demostrar con certeza que una nueva metodología ofrece ventajas reales, resulta imprescindible compararlo con un escenario de referencia que permita valorar si verdaderamente se han obtenido avances. En este caso, el modelo estadístico se emplea como base para los contrastes. Los detalles de configuración y resultados obtenidos a partir de cada uno de ellos se detallan en los apartados siguientes.

Estos dos pronósticos se han realizado a corto plazo, abarcando los próximos tres meses: mayo, junio y julio de 2025. La elección de predecir a tan corto plazo responde a una cuestión de limitación de conocimientos y herramientas. Al intentar realizar predicciones a más largo plazo, la incertidumbre aumentaba de manera significativa, excediendo el margen de fiabilidad asumible y disparando la incertidumbre, lo que impedía su desarrollo.

Los resultados numéricos obtenidos, ya agrupados por meses y franjas horarias, para ambos modelos se presentan en las tablas siguientes:

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1216.17	939.88	731.61
Venta 8am y 9am (€)	2999.72	2666.84	2516.13
Compra 15h y16h (€)	-208.20	-256.73	-287.90
Venta 22h y 23h (€)	4533.67	4152.77	4051.59
Ingresos al mes (€/MW)	6,525.41 €	6,136.46 €	6,124.01 €

Figura 2.5: Pronóstico de Ingresos Modelo Estadístico ARIMA

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1248.59	1184.46	1383.51
Venta 8am y 9am (€)	3263.83	3122.08	3132.06
Compra 15h y16h (€)	-317.91	-316.35	-147.30
Venta 22h y 23h (€)	4545.71	4380.37	4155.35
Ingresos al mes (€/MW)	6,878.86 €	6,634.33 €	6,051.20 €

Figura 2.6: Pronóstico de Ingresos Modelo LLaMA

3. Resultados - Desarrollo del Modelo Financiero y Análisis Económico

3.1 Estimación Inicial de Costes

Este apartado presenta la estimación de los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto, incluyendo tanto los costes de capital y operativos como los administrativos y financieros. Aunque los valores mostrados no son completamente exactos, permiten obtener una aproximación realista de la inversión necesaria y forman una base sólida para evaluar la rentabilidad del proyecto. Posteriormente a la tabla, se detallan las características de cada uno de estos costes.

COSTES DE INVERSIÓN	
CapEx	Coste
Sistema de Baterías	1,760,722.73 €
Transformadores MT/BT	590,590.00 €
Equipo de maniobra de media tensión (Switchgear)	22,763.64 €
EMS, PCI y Climat. (no aplica, integrado en sist. Baterías)	0 €
Obra civil (cimentaciones, vallado, cableado eléctrico,...)	50,000.00 €
Total Capex	2424,076.37 €
OpEx	
Alquiler Parcela (1 ha.) (2.500 €/año)	50,000.00 €
Mantenimiento (3.500 €/año)	70,000.00 €
Seguros (4.000 €/año)	80,000.00 €
Total OpEx	200,000.00 €
Costes Regulatorios y Administrativos	
Proyecto Ingeniería	20,000.00 €
Tasas de Conexión y Licencias (ambiental, municipales, ...)	15,000.00 €
Garantías Económicas (recuperable, aval requerido por REE)	20,000.00 €
Total Costes Regulatorios y Administrativos	55,000.00 €
Otros Costes	
Posibles Costes Financiación	65,000.00 €
Total Otros Costes	65,000.00 €
Coste Total del Proyecto	2,744,076.37 €

Figura 3.1: Estimación de Costes del Modelo Financiero

El CapEx (Costes de Capital), recoge la inversión inicial necesaria para adquirir e instalar los equipos eléctricos y de almacenamiento que conforman la infraestructura física del proyecto.

El OpEx (Gastos operativos) son los gastos recurrentes para operar y mantener un sistema o instalación. A diferencia del CapEx, el OpEx no genera activos, sino que se asocia a la actividad continua del proyecto.

Los Costes Regulatorios y Administrativos agrupan los costes derivados de la tramitación técnica, legal y comercial del proyecto.

Otros Costes asociados incluyen partidas adicionales necesarias para la viabilidad económica del proyecto.

3.2 Elaboración del Modelo Financiero - Comparación de los Modelos de Pronóstico

Esta sección presenta el modelo financiero final del proyecto, en el que se integran todas las secciones expuestas durante el TFG. El objetivo de este resumen final es hacer una comparación entre los pronósticos de precios obtenidos a través del modelo estadístico ARIMA y del fine-tuning del LLM de LLaMA. De esta manera, se podrán reflejar las mejoras que introduce un modelo sobre el otro.

MODELO FINANCIERO		
Concepto	Modelo SAS	Modelo IA
Datos Mayo		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	1,216.17 €	1,248.59 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,999.72 €	3,263.83 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-208.20 €	-317.91 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,533.67 €	4,545.71 €
Ingresos Totales Mayo (€/MW)	6,525.41 €	6,878.86 €
Datos Junio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	939.88 €	1,184.46 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,666.84 €	3,122.08 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-256.73 €	-316.35 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,152.77 €	4,380.37 €
Ingresos Totales Junio (€/MW)	6,136.46 €	6,634.33 €
Datos Julio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	731.61 €	1,383.51 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,516.13 €	3,132.06 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-287.90 €	-147.30 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,051.59 €	4,155.35 €
Ingresos Totales Julio (€/MW)	6,124.01 €	6,051.20 €
Datos Totales		
Ingresos Trimestrales (€/MW)	18,785.88 €	19,564.40 €
Ingresos Extrapolado Anual (€/MW)	75,143.53 €	78,257.58 €
Ingresos Extrapol. Anual Proy. Compl. (10 MW)	751,435.31 €	782,575.82 €
Coste Total del Proyecto (apartado 4.1.)	2,744,076.37 €	
Return On Investment (ROI)	27%	29%
Periodo de Retorno (años)	3.65	3.51

Figura 3.2: Modelo Financiero del Proyecto

Los tres primeros apartados recopilan nuevamente los ingresos estimados a partir del modelo estadístico y del modelo LLM. Aunque estos datos ya se presentaron previamente, se incluyen aquí de nuevo con el fin de facilitar una comparación directa mes a mes entre los pronósticos de ambos modelos, permitiendo así resaltar de forma más clara las diferencias existentes.

En el apartado *Datos Totales* comienzan a reflejarse los resultados finales del proyecto. Los ingresos trimestrales corresponden a la suma de los ingresos obtenidos en los meses de mayo, junio y julio. Por su parte, la sección *Ingresos Extrapolados Anuales* representa una estimación de los ingresos potenciales si el rendimiento observado durante el trimestre analizado se mantuviese constante a lo largo de un año completo.

Tal como se explicó en el apartado 2.4 *Desarrollo de Modelos de Pronóstico de Precios*, la intención inicial era generar una predicción completa de precios a un año vista. Sin embargo, debido a la falta de herramientas y conocimientos necesarios para elaborar estimaciones fiables a tan largo plazo, se optó por realizar un pronóstico del trimestre posterior al periodo disponible, asumiendo que los resultados obtenidos serían similares para el resto del año. Por este motivo, el valor *Ingresos Extrapolado Anual* se calcula simplemente como los *Ingresos Trimestrales* multiplicado por cuatro.

Hasta este punto, todos los ingresos se han expresado en €/MW, al tratarse de valores generalizados que permiten su adaptación a proyectos de cualquier escala. Sin embargo, en la sección *Ingresos Extrapolados Anuales del Proyecto Completo*, estas cifras se ajustan a la capacidad concreta del sistema analizado, cuya potencia nominal es de 10 MW.

Conviene recordar que el sistema de almacenamiento diseñado tiene una capacidad total de 20 MWh diseñado con ciclos de carga y descarga de 2 horas. Esto implica que el sistema puede operar a una potencia constante de 10 MW durante dos horas consecutivas. Por este motivo, en los cálculos económicos se toma como valor de operaciones una potencia nominal de 10 MW, ya que es la desempeñada en cada hora operativa individual.

En este modelo financiero no se ha considerado la degradación de las baterías, dado que el Periodo de Retorno de la inversión es de 3 años, intervalo en el cual el impacto de esta variable resulta poco significativo. No obstante, dicha degradación sí se incorpora en el Modelo de Flujo de Caja presentado en el apartado posterior, con el fin de ofrecer una estimación económica más precisa del sistema a largo plazo.

En la sección *Ingresos Extrapolados Anuales del Proyecto Completo* ya se puede apreciar cuantitativamente la mejora introducida por el modelo LLM. Frente al resultado obtenido mediante el modelo estadístico ARIMA, el modelo ajustado con fine-tuning de LLaMA ofrece un incremento en los ingresos anuales estimados de aproximadamente 30.000 €, lo que manifiesta su mayor capacidad de predicción y optimización.

Finalmente, estos *Ingresos Anuales* pueden compararse con el *Coste Total del Proyecto*, ofreciendo un *Retorno de la Inversión (ROI)* del 27% en el modelo estadístico y 29% en el modelo de IA, lo que supone 3,65 y 3,51 años de Periodo de Retorno respectivamente.

Los *Valores de Retorno* obtenidos resultan especialmente atractivos. En el ámbito de los proyectos de infraestructura energética, índices de rentabilidad situados entre el 10 % y el 15 % se consideran generalmente muy interesantes. En este estudio, ambos modelos analizados duplican esos márgenes de referencia, lo que demuestra de forma solvente que este tipo de sistemas de almacenamiento se encuentran en un momento de gran viabilidad y auge. Además, el Modelo Financiero Final incorpora ya todos los costes relevantes del proyecto, incluyendo aspectos regulatorios y administrativos. De este modo, se dibuja un escenario económico fundamentado que podría desarrollarse en el mundo real del mismo modo que se ha planteado sobre el papel.

Para completar el estudio financiero, se ha elaborado un Modelo de Flujo de Caja proyectado a 20 años vista, en el que se representan los posibles balances económicos anuales del sistema. Dada la elevada incertidumbre que caracteriza el contexto actual, especialmente en el sector energético, el análisis planteado parte de la hipótesis de estabilidad económica en los años futuros. De esta manera, se asumen condiciones de mercado e ingresos obtenidos constantes a lo largo del período de 20 años. Asimismo, tampoco se contemplan modificaciones en variables imprevisibles como las tasas de inflación o los tipos de interés para facilitar los cálculos.

Al igual que en el Modelo Financiero, se ha realizado una comparativa de los retornos obtenidos mediante cada uno de los Modelos de Predicción. **El valor final del Flujo de Caja Acumulado para el modelo basado en inteligencia artificial supera los 10 millones de euros, cuadruplicando la inversión inicial** requerida para la puesta en marcha del proyecto y ofreciendo, una vez más, pronósticos de rentabilidad altamente atractivos. **La diferencia de tan solo un 2 % en el ROI entre ambos modelos se amplifica significativamente en un horizonte de 20 años, traduciéndose en una ganancia adicional de más de medio millón de euros.** Se ha considerado un periodo de 20 años como horizonte temporal del análisis, dado que el sistema de baterías cuenta con una vida útil nominal de 20 años, según garantiza el fabricante.

Como puede observarse, en este análisis financiero a largo plazo sí se ha considerado la degradación de las baterías, dado que esta variable adquiere mayor relevancia en estudios temporales extensos. Este hecho se ve reflejado en cómo, durante los primeros tres años (periodo utilizado para el cálculo del ROI), los ingresos se mantienen por encima de los 725.000 €, mientras que al acercarse al final de la vida útil, disminuyen hasta situarse alrededor del medio millón de euros anuales, suponiendo una diferencia a considerar.

MODELO DE FLUJO DE CAJA								
Año	Bat. Útil (%)	Igre. Anu. SAS (€)	Igre. Anu. IA (€)	Gastos (€)	FC Libre SAS (€)	FC Libre IA (€)	FC Acumulado SAS (€)	FC Acumulado IA (€)
0	100.00%	0	0	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37
1	98.25%	751,435.31	782,575.82	-10,000	741,435.31	772,575.82	-1,802,641.06	-1,771,500.55
2	96.50%	738,285.19	768,880.74	-10,000	728,285.19	758,880.74	-1,074,355.87	-1,012,619.81
3	94.75%	725,135.07	755,185.67	-10,000	715,135.07	745,185.67	-359,220.80	-267,434.14
4	93.00%	711,984.95	741,490.59	-10,000	701,984.95	731,490.59	342,764.15	464,056.45
5	91.25%	698,834.84	727,795.51	-10,000	688,834.84	717,795.51	1031,598.99	1,181,851.96
6	89.50%	685,684.72	714,100.43	-10,000	675,684.72	704,100.43	1,707,283.70	1,885,952.39
7	87.75%	672,534.60	700,405.36	-10,000	662,534.60	690,405.36	2,369,818.30	2,576,357.75
8	86.00%	659,384.48	686,710.28	-10,000	649,384.48	676,710.28	3,019,202.79	3,253,068.03
9	84.25%	646,234.36	673,015.20	-10,000	636,234.36	663,015.20	3,655,437.15	3,916,083.24
10	82.50%	633,084.25	659,320.13	-10,000	623,084.25	649,320.13	4,278,521.39	4,565,403.36
11	80.75%	619,934.13	645,625.05	-10,000	609,934.13	635,625.05	4,888,455.52	5,201,028.41
12	79.00%	606,784.01	631,929.97	-10,000	596,784.01	621,929.97	5,485,239.53	5,822,958.39
13	77.25%	593,633.89	618,234.90	-10,000	583,633.89	608,234.90	6,068,873.43	6,431,193.28
14	75.50%	580,483.77	604,539.82	-10,000	570,483.77	594,539.82	6,639,357.20	7,025,733.10
15	73.75%	567,333.66	590,844.74	-10,000	557,333.66	580,844.74	7,196,690.86	7,606,577.85
16	72.00%	554,183.54	577,149.67	-10,000	544,183.54	567,149.67	7,740,874.39	8,173,727.51
17	70.25%	541,033.42	563,454.59	-10,000	531,033.42	553,454.59	8,271,907.82	8,727,182.10
18	68.50%	527,883.30	549,759.51	-10,000	517,883.30	539,759.51	8,789,791.12	9,266,941.62
19	66.75%	514,733.19	536,064.44	-10,000	504,733.19	526,064.44	9,294,524.30	9,793,006.05
20		501,583.07	522,369.36	-10,000	491,583.07	512,369.36	9,786,107.37	10,305,375.41

Figura 3.3: Modelo de Flujo de Caja

4. Conclusiones

A lo largo del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, se ha abordado de forma completa el diseño técnico y análisis económico de un sistema de almacenamiento energético basado en baterías, incluyendo un método de pronóstico mediante inteligencia artificial. **Desde el inicio de esta memoria, se ha expuesto cómo el proyecto se fundamenta en la unión de tres componentes clave: la evaluación preliminar económica de la viabilidad del proyecto, el diseño técnico de una infraestructura de baterías, y la implementación de inteligencia artificial para la optimización de pronósticos.** Los resultados obtenidos han permitido alcanzar una visión clara sobre el potencial real de este tipo de instalaciones en el contexto energético actual.

A continuación, se exponen las principales conclusiones obtenidas del estudio, las cuales recogen los aprendizajes fundamentales que han surgido tras el análisis del proyecto:

1. Viabilidad Económica Real del Proyecto Propuesto

Los resultados obtenidos a lo largo del análisis económico han demostrado que los proyectos de almacenamiento energético puro, presentan una viabilidad financiera sólida. El sistema diseñado alcanza un Retorno sobre la Inversión (ROI) del 30 %, considerando todos los costes asociados, como gastos operativos o costes regulatorios y administrativos. Este margen de rentabilidad se sitúa claramente por encima de los valores habituales para este tipo de proyectos, generalmente entre el 10 % y el 15 %, lo que convierte esta inversión en una oportunidad altamente atractiva. Además, el hecho de que el Periodo de Retorno se sitúe en torno a los 3 años sirve como argumentación adicional, al tratarse de un horizonte temporal de corto plazo en el que la probabilidad de desviaciones significativas respecto al escenario pronosticado es considerablemente menor.

Aún más a favor del proyecto, el creciente excedente de generación fotovoltaica refuerza la necesidad e interés por los sistemas de almacenamiento, decantando la probabilidad hacia escenarios cada vez más favorables. No obstante, esta proyección se considera únicamente como una hipótesis de contexto, por lo que no ha sido incluida en los cálculos del estudio.

2. Ventaja Competitiva de los Sistemas de Baterías frente a otras Configuraciones

Una de las principales aportaciones del proyecto ha sido la comparación crítica entre distintas configuraciones de infraestructura posibles: exclusivamente paneles fotovoltaicos, sistemas híbridos (placas + baterías) y sistemas de almacenamiento puro.

El estudio ha demostrado que, bajo el contexto actual del sistema eléctrico español, caracterizado por un fuerte excedente de generación solar durante las horas centrales del día, el uso exclusivo de baterías conectadas a red representa una opción mucho más ventajosa.

Este planteamiento permite almacenar energía en momentos de bajo precio y venderla durante los picos de demanda, aprovechando al máximo las fluctuaciones del mercado.

Adicionalmente, Red Eléctrica Española (REE) ha mostrado un interés favorable hacia este tipo de proyectos. Esta preferencia se ha visto acentuada en los últimos años, especialmente tras el evento de el apagón nacional de este 2025, manifestando la necesidad urgente de dotar al sistema eléctrico de mayor estabilidad y capacidad de respuesta.

3. Aplicación de Modelos de Inteligencia Artificial como Herramienta Predictiva

El empleo de modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), entrenados mediante técnicas de fine-tuning, ha supuesto una innovación destacable en este TFG. Comparados con los métodos estadísticos tradicionales, como el modelo ARIMA utilizado, los modelos basados en IA han mostrado una capacidad superior para predecir precios del mercado eléctrico y optimizar la toma de decisiones en la operación de sistemas de almacenamiento.

Esta mejora se ha traducido en un incremento directo en el Retorno proyectado, con una diferencia que supera los 500.000 € al final de la vida útil del proyecto frente al modelo tradicional.

4. Proyectos de Infraestructura Sencillos y Alineados con la Evolución Tecnológica del Sector

Por último, en el plano técnico, cabe destacar que este tipo de instalaciones presentan una estructura relativamente sencilla desde el punto de vista de componentes. En este caso, el sistema se compone de siete contenedores de baterías idénticos y sus correspondientes transformadores; junto con el switchgear, presentando un esquema nada complejo. Esta simplicidad favorece la escalabilidad, el mantenimiento y la reducción de costes de instalación.

Además, la evolución tecnológica de los últimos años en el sector del almacenamiento, especialmente en sistemas de utility scale, ha sido significativa. Los fabricantes están desarrollando soluciones de mayor capacidad, mejor rendimiento y vida útil más prolongada, en respuesta a la creciente demanda por este tipo de instalaciones. Este hecho vuelve a servir como argumento a favor de la viabilidad técnica y económica de los proyectos de baterías a gran escala, tomando un papel clave en la transición energética de un futuro actual.

*To Óscar Yáñez and Anxo Panero, for their selfless collaboration and help.
A part of this Thesis is yours.*

DEVELOPMENT OF AN LLM MODEL FOR THE OPTIMIZATION OF BATTERY CHARGING AND DISCHARGING BASED ON SPANISH ELECTRICITY MARKET PRICES

Author: Ochoa Gil, Marcos

Supervisor: Yáñez Villarreal, Óscar A.

Collaborating Entity: ICAI – Comillas Pontifical University

PROJECT SUMMARY

This Bachelor's Thesis justifies the technical and economic viability of a pure grid-connected storage project that optimizes its charging and discharging cycles based on the hourly prices of the Spanish electricity market. The current context of the energy transition, characterized by an excess of renewable generation during daylight hours and prices nearing zero, highlights the need for solutions that allow this energy surplus to be absorbed and efficiently redistributed. In this regard, large-capacity batteries represent a strategic alternative with great development potential.

In a first phase, a preliminary economic feasibility evaluation of the project is carried out based on real data from March and April 2025, comparing different possible scenarios. In parallel, two hourly price forecasting models are developed and compared: one statistical, based on the ARIMA method, and another based on artificial intelligence through fine-tuning of Meta's LLaMA language model. Once the predictive models are validated, the project's technical infrastructure is designed, detailing the selection of the main chosen components.

Finally, a realistic financial model is built, incorporating both projected revenues and total project costs, allowing the calculation of key indicators such as ROI, payback period, and accumulated cash flow. Overall, it allows the conclusion of the project's real viability and its potential appeal to investors.

1. Introduction

The ongoing energy transition faced by power grids worldwide has driven a significant expansion of renewable energy sources, with solar photovoltaic energy playing a particularly prominent role. This evolution has led to a situation where, during peak solar radiation hours, there is a substantial surplus in electricity generation. This imbalance creates challenges for the grid—evidenced by the recent nationwide blackout—and results in time periods with near-zero or even negative electricity market prices. Such circumstances pose new operational challenges for power systems, which must develop efficient mechanisms to absorb this excess energy and redistribute it intelligently during hours when demand exceeds supply.

In this context, energy storage systems—especially those based on high-capacity batteries—are emerging as a key strategic solution. Their ability to store energy when prices are low and release it during price peaks not only helps stabilize the power system but also enables new business models based on dynamic energy management. The proposed project aligns with this approach, aiming to develop a grid-connected installation capable of optimizing battery charge and discharge flows according to the economic signals of the Spanish day-ahead electricity market.

This work is thus justified on two levels. On one hand, it seeks to demonstrate the technical and economic viability of such installations as tools for improving the performance of the electricity system. On the other hand, it aims to leverage the predictive capabilities of artificial intelligence models to anticipate electricity market behavior and, consequently, enhance decision-making. This approach takes shape in the design of a hybrid model that compares traditional statistical techniques (ARIMA) with large language models (LLMs) specifically fine-tuned on historical price data.

The main motivation behind this project stems from an interest in exploring the intersection of energy engineering, storage systems, and advanced AI-based forecasting techniques. The rapid development of foundational models such as LLaMA, along with efficient fine-tuning tools, opens up new opportunities for their application in concrete industrial settings like the electricity market. Additionally, the technical design component of the system (including storage, transformers, and protection systems) allows for the practical application of electrical engineering knowledge in a realistic case aligned with current sector challenges.

Overall, this Bachelor's Thesis presents a comprehensive solution that integrates energy analysis, electrical system design, and artificial intelligence, with the aim of demonstrating the economic viability of a grid-connected storage installation.

2. Methodology

2.1. Objectives and Project Specification

1. **Preliminary Economic Feasibility Assessment of the Project.** The aim of this study is to identify a potential investment opportunity with viable return margins. Additionally, different system scenarios involving batteries and solar panels are proposed in order to compare their revenues and profitability.
2. **Technical Design of the Project Infrastructure and Selection of System Components to ensure proper Operation.** The proposed system is based exclusively on batteries that charge and discharge from the grid depending on the electricity prices.
3. **Development of a Statistical ARIMA Model for Electricity Price Forecasting,** Trained on Historical Records and Subsequently Adjusted to Optimize Its Accuracy.
4. **Implementation of a Language Model (LLM) through Fine-tuning of Meta's LLaMA Model, used for a Second Electricity Market Price Forecast.** The results obtained will be compared with those of the statistical model to assess the improvements provided by the LLM training.
5. **Development of a Comparative Financial Model to Evaluate the Investment Outcomes derived from Both Forecasting Methods.** This model is intended to be suitable for presentation to potential investors, with the profitability figures supporting its implementation in real-world scenarios.

2.2. Preliminary Evaluation of Project Feasibility

The objective of this section is to provide a preliminary estimate of the project's profitability potential. To this end, the hourly electricity market prices in Spain during March and April 2025 are analyzed. These are the most recent months available and offer the opportunity to contrast different meteorological conditions. As for investment cost values, only photovoltaic panels and batteries are considered at this stage. The complete cost model will be presented later in section 3. *Results – Development of the Financial Model and Economic Analysis.*

A mean value for each hourly time slot has been calculated using all available records for each month.

Hora	Marzo (media mes) €/MW	Abril (media mes) €/MW
01:00h	57.25 €	38.27 €
02:00h	48.09 €	29.74 €
03:00h	44.36 €	27.59 €
04:00h	42.42 €	25.01 €
05:00h	41.61 €	23.96 €
06:00h	44.12 €	26.55 €
07:00h	53.69 €	35.55 €
08:00h	73.25 €	57.33 €
09:00h	61.32 €	53.41 €
10:00h	43.51 €	25.95 €
11:00h	35.30 €	11.01 €
12:00h	29.06 €	3.20 €
13:00h	26.07 €	1.19 €
14:00h	23.60 €	0.30 €
15:00h	22.56 €	-0.15 €
16:00h	25.04 €	-0.44 €
17:00h	30.73 €	-0.09 €
18:00h	40.27 €	1.39 €
19:00h	64.04 €	6.64 €
20:00h	108.99 €	25.50 €
21:00h	110.24 €	61.79 €
22:00h	95.95 €	81.87 €
23:00h	82.95 €	62.93 €
24:00h	70.42 €	44.94 €

Figure 2.1: Average Prices for Each Hourly Time Slot of Each Month

By sketching the values for the months of March and April, it is obtained:

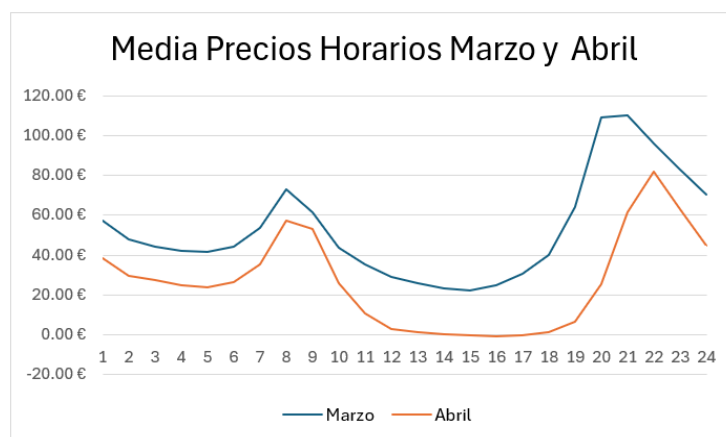


Figure 2.2: Graphical Representation of Average Prices for Each Hourly Time Slot

In addition to assessing the project's potential economic viability, this section aims to compare three possible infrastructure configurations that could be implemented in the final design. The analysis will consider a purely photovoltaic system, a hybrid solution combining solar generation with storage, and a third alternative based solely on batteries. Through this comparative analysis, the most suitable option will be justified based on the profitability indices obtained for each configuration.

In the first scenario, based solely on solar energy, the project's profitability comes from directly feeding the energy generated during sunlight hours into the grid, as no storage system is available. To estimate production, the concept of Peak Sun Hours (PSH) is used, with an average value of 5 hours per day between 12:00 p.m. and 4:00 p.m. for the months analyzed.

The second scenario adds batteries to the infrastructure, allowing for deferred energy delivery to the grid by selecting time slots with higher selling prices. Batteries with 2-hour charge and discharge cycles are incorporated, enabling both processes to be concentrated around peak price periods and thereby maximizing revenue from system operation. **The inclusion of batteries offers two key advantages. First, it enables energy to be sold during evening hours when prices are typically higher. Second, it allows for an additional charge-discharge cycle before the daytime one,** occurring during the early morning hours:

During this first cycle, the batteries are charged between 4:00 a.m. and 5:00 a.m. and discharged between 8:00 a.m. and 9:00 a.m., aligning with the day's first relative price peak. In the second cycle, the batteries are charged using energy generated by the solar panels during midday, and the surplus is fed into the grid, generating profit. The discharge in this case takes place between 8:00 p.m. and 9:00 p.m., during the daily peak of demand and price.

The third scenario arises from the low profitability currently offered by photovoltaic panels under current electricity market prices. The time slot during which batteries are charged using energy from the solar panels coincides with the period of lowest electricity prices. This means that a significant investment is being made in photovoltaic generation to charge the batteries with “free” solar energy, when the cost of charging them directly from the grid during that same period would be nearly equivalent.

For this reason, a third scenario is proposed, based exclusively on storage, maintaining the two previously described charge and discharge cycles: an initial charge during the early morning with discharge in the morning, and a second charge during the day with energy sold during the early evening hours.

Using the table of average prices described at the beginning of this section, the following high-level economic feasibility analysis is outlined:

Escenario 1, Escenario 2 y Escenario 3					
Precios Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias					
	Franja 4am+5am	Franja 8am+9am	Franja Carga Baterias	Franja Resto Solar Pico	Franja 20pm+21pm
Marzo	84.03 €/MW	134.57 €/MW	46.16 €/MW	80.17 €/MW	219.24 €/MW
Abril	48.96 €/MW	110.73 €/MW	-0.59 €/MW	4.68 €/MW	143.66 €/MW

Retorno Diario (€/MW)			
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat	Escenario 3: Baterias
Marzo	126.33 €/MW	349.95 €/MW	223.62 €/MW
Abril	4.09 €/MW	210.11 €/MW	206.02 €/MW

Inv. Placas	Inv. Baterias
2,640,026.40 €	1,760,722.73 €

Retorno Anual (Proyecto 20 MWh, 10 MW durante 2 horas)			(==Retorno Diario * 10 * 365)
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat	Escenario 3: Baterias
Marzo	461,109.21 €	1,277,317.50 €	816,208.29 €
Abril	14,924.85 €	766,908.80 €	751,983.95 €

Return On Investment (ROI)			(==Retorno Anual / Inversion)
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat	Escenario 3: Baterias
Marzo	17.47%	29.03%	46.36%
Abril	0.57%	17.43%	42.71%

Figure 2.3: Economic Analysis of the First, Second, and Third Scenarios

The detailed formulas used to obtain each value are included in the main body of the thesis, but they can be inferred from the scenario descriptions and the color relationships used between the initial average price table and this feasibility study.

Two main conclusions can be drawn:

First, the return on investment (ROI) indices show a significant increase across the different scenarios. In the first case, consisting exclusively of photovoltaic panels, returns are low and highly dependent on weather conditions, as will be detailed later. The second scenario, which combines solar generation with storage, notably improves these figures, although the high investment in solar panels still limits overall profitability. Finally, in the third scenario—based on pure storage—although the direct sale of surplus solar energy is lost, the reduced investment cost leads to a substantial increase in ROI.

Second, significant differences in economic returns are observed between the months analyzed. March 2025 was particularly rainy and cold, with precipitation levels well above historical averages. In contrast, April 2025 showed a clear change in weather conditions. As detailed in the thesis, the feasibility analysis was deliberately carried out using two months with opposing climate conditions. This decision aims to avoid bias in the results due to atmospheric variables not directly addressed in the study, thereby ensuring a more robust evaluation.

This comparison shows that, as stated in the first conclusion, returns progressively improve across the different scenarios. **The introduction of storage systems significantly reduces dependence on weather conditions**, with the third scenario nearly equalizing the economic outcomes for both months. Interestingly, this analysis also suggests that unfavorable weather conditions can be advantageous for the proposed project, as they result in higher selling prices—even if purchase prices also increase, the rise is proportionally smaller.

2.3. Technical Design of the Project Infrastructure

Following the comprehensive economic analysis of fluctuations in electricity market prices, **the final design of the project is based exclusively on a grid-connected battery storage system.**

The complete infrastructure consists of a series of seven Battery + Inverter Containers, which make up the storage system; seven Transformers, which connect the low-voltage batteries to the medium-voltage grid; and a Medium Voltage Switchgear, which ensures the safe operation of the system. The layout is detailed below:

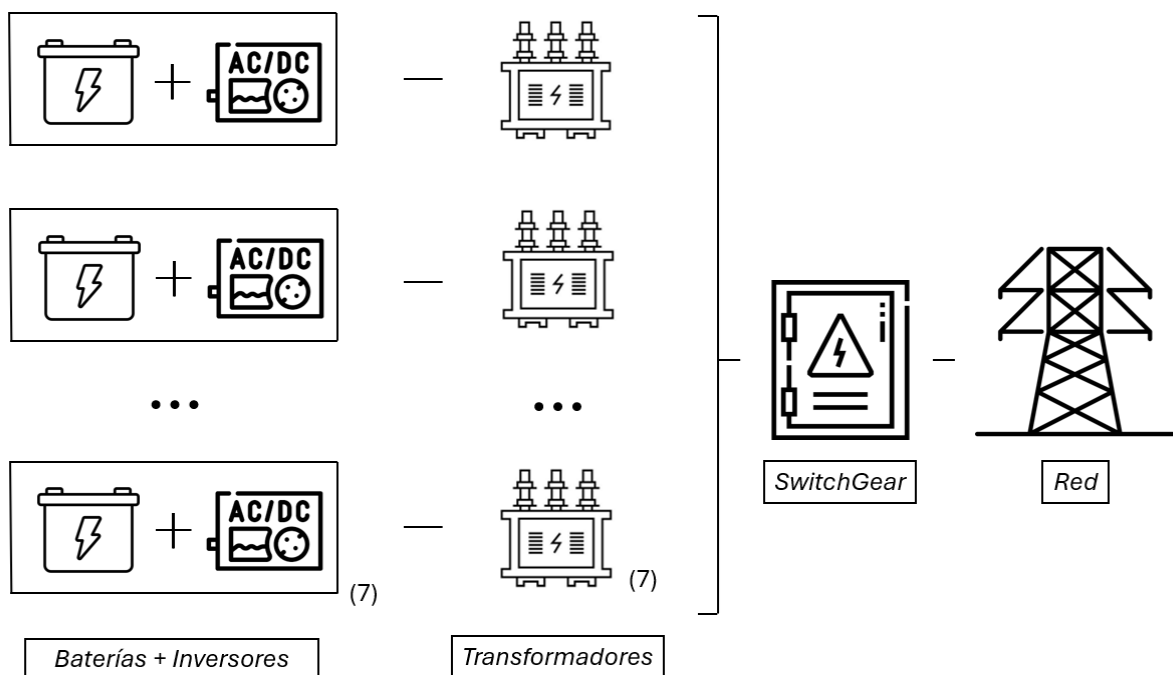


Figure 2.4: Final Diagram of the Technical Design of the Project Infrastructure

The detailed characteristics of each system component are as follows:

1. Battery + Inverter Container

The batteries constitute the main component of the project infrastructure. Given the project's capacity and power requirements, a containerized storage system has been chosen—a common solution in large-scale installations due to its ease of integration, compact design, and operational efficiency.

The chosen model is the CubeArk 1.5MW/3MWh by SunArk Power. This product integrates a bidirectional inverter internally, eliminating the need to include it as an external component in the infrastructure. It also houses all the necessary elements for system operation, including cooling systems, fire protection, and battery management systems (BMS).

Given that the project uses a total capacity of 20 MWh and a container model with 3 MWh per unit was selected, 7 CubeArk units are required to reach the planned design capacity. Total cost: 1.760.722,73 €.

2. Transformers

The transformer is the component responsible for adjusting the voltage of the electrical current flowing through the installation, adapting it to the operating ranges of the different components. In this case, the transformer acts as a link between the distribution network operating at 25 kV medium voltage and the batteries operating at 420 V low voltage. **The selected model is the TRIHAL 1600 kVA 25 kV/420 V 36 kV IP00 TIER2 from Schneider Electric.** This transformer has a rated power of 1600 kVA, a primary voltage of 25 kV, and a secondary voltage of 420 V, with an insulation level up to 36 kV.

As with the batteries, since the project has a total capacity of 20 MWh and a nominal power of 10 MW, seven independent transformers of 1600 kVA each are installed, assigning one transformer per battery unit. Total cost: 590.590 €.

3. Medium Voltage Switchgear

The medium voltage switchgear's main function is the immediate disconnection and protection of electrical circuits in medium voltage systems, ensuring safe system operation.

The PMH-3 model with a nominal voltage of 14.4 kV and a maximum voltage of 25 kV has been chosen. These specifications perfectly match the required operating parameters at this point in the line. **Total Cost: 22.763,64 €.**

2.4. Price Forecasting

For the Preliminary Economic Evaluation of the Project's Viability, historical data from the electricity market, obtained through OMIE, have been used. However, although these values could also be employed in the development of the financial model, it must be emphasized that since this is an investment project, it is essential to base it on future estimates and not on past data, whose interpretation is always easier once known. Therefore, it is necessary to develop a future forecast of the Spanish electricity market, which serves as a solid basis on which to build the project's financial model.

When developing this future economic analysis, one of the main difficulties that arises is the correct estimation of income. In the case study of this TFG, these revenues depend directly on the evolution of the electricity price in the wholesale market. Obtaining reliable forecasts of hourly prices in the medium and long term represents an especially complex task. **This type of forecast is not usually publicly available in detail**, since its development requires the use of advanced mathematical models and a high capacity for variable analysis to achieve a high level of precision. The importance of these estimates can be seen in how many large-scale energy companies have specific departments dedicated exclusively to the development of this type of forecasting.

On the other hand, **the need to obtain specific hourly data for each day of the month** considerably increases the complexity of the process, as it prevents the use of monthly averages, which are more accessible from public online sources.

For these two reasons, it was decided to develop two modest proprietary price forecasting models. The first was obtained using a statistical ARIMA method with SAS software. The second was built through fine-tuning of the LLM of Meta's artificial intelligence LLaMA.

It was decided to develop two forecasting models in parallel, with the objective of using the results of the statistical model as a reference to evaluate the potential improvements introduced by the LLM-based model. To be able to demonstrate with certainty that a new methodology offers real advantages, it is essential to compare it with a reference scenario that allows assessing whether real advances have truly been achieved. In this case, the statistical model is used as the basis for the comparisons. The configuration details and results obtained from each of them are detailed in the following sections.

These two forecasts have been made for the short term, covering the next three months: May, June, and July 2025. The choice to predict such a short term is due to limitations in knowledge and tools. When attempting to make longer-term predictions, uncertainty increased significantly, exceeding the assumed reliability margin and driving uncertainty up, which prevented its development.

The numerical results obtained, already grouped by months and hourly slots, for both models are presented in the following tables:

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1216.17	939.88	731.61
Venta 8am y 9am (€)	2999.72	2666.84	2516.13
Compra 15h y 16h (€)	-208.20	-256.73	-287.90
Venta 22h y 23h (€)	4533.67	4152.77	4051.59
Ingresos al mes (€/MW)	6,525.41 €	6,136.46 €	6,124.01 €

Figure 2.5: Revenue Forecast Using the ARIMA Statistical Model

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1248.59	1184.46	1383.51
Venta 8am y 9am (€)	3263.83	3122.08	3132.06
Compra 15h y 16h (€)	-317.91	-316.35	-147.30
Venta 22h y 23h (€)	4545.71	4380.37	4155.35
Ingresos al mes (€/MW)	6,878.86 €	6,634.33 €	6,051.20 €

Figure 2.6: Revenue Forecast Using the LLaMA Model

3. Results – Development of the Financial Model and Economic Analysis

3.1 Initial Cost Estimation

This section presents an estimate of the costs required to carry out the project, including capital and operating costs, as well as administrative and financial expenses. Although the values shown are not entirely accurate, they provide a realistic approximation of the necessary investment and serve as a solid basis for evaluating the project's profitability. The characteristics of each of these costs are detailed after the table.

COSTES DE INVERSIÓN	
CapEx	Coste
Sistema de Baterías	1,760,722.73 €
Transformadores MT/BT	590,590.00 €
Equipo de maniobra de media tensión (Switchgear)	22,763.64 €
EMS, PCI y Climat. (no aplica, integrado en sist. Baterías)	0 €
Obra civil (cimentaciones, vallado, cableado eléctrico,...)	50,000.00 €
Total Capex	2424,076.37 €
OpEx	
Alquiler Parcela (1 ha.) (2.500 €/año)	50,000.00 €
Mantenimiento (3.500 €/año)	70,000.00 €
Seguros (4.000 €/año)	80,000.00 €
Total OpEx	200,000.00 €
Costes Regulatorios y Administrativos	
Proyecto Ingeniería	20,000.00 €
Tasas de Conexión y Licencias (ambiental, municipales, ...)	15,000.00 €
Garantías Económicas (recuperable, aval requerido por REE)	20,000.00 €
Total Costes Regulatorios y Administrativos	55,000.00 €
Otros Costes	
Posibles Costes Financiación	65,000.00 €
Total Otros Costes	65,000.00 €
Coste Total del Proyecto	2,744,076.37 €

Figure 3.1: Cost Estimation of the Financial Model

CapEx (Capital Expenditures) refers to the initial investment required to acquire and install the electrical equipment and storage systems that make up the physical infrastructure of the project.

OpEx (Operating Expenses) are the recurring costs to operate and maintain a system or installation. Unlike CapEx, OpEx does not generate assets but is associated with the ongoing activity of the project.

Regulatory and Administrative Costs include expenses arising from the technical, legal, and commercial processing of the project.

Other associated Costs encompass additional items necessary for the economic viability of the project.

3.2 Development of the Financial Model – Comparison of the Forecasting Models

This section presents the final financial model of the project, integrating all the components discussed throughout the Thesis. The objective of this final summary is to provide a comparison between the price forecasts obtained through the ARIMA statistical model and those derived from the fine-tuning of the LLaMA LLM. In this way, it is possible to highlight the improvements introduced by one model over the other.

MODELO FINANCIERO		
Concepto	Modelo SAS	Modelo IA
Datos Mayo		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	1,216.17 €	1,248.59 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,999.72 €	3,263.83 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-208.20 €	-317.91 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,533.67 €	4,545.71 €
Ingresos Totales Mayo (€/MW)	6,525.41 €	6,878.86 €
Datos Junio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	939.88 €	1,184.46 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,666.84 €	3,122.08 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-256.73 €	-316.35 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,152.77 €	4,380.37 €
Ingresos Totales Junio (€/MW)	6,136.46 €	6,634.33 €
Datos Julio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	731.61 €	1,383.51 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,516.13 €	3,132.06 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-287.90 €	-147.30 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,051.59 €	4,155.35 €
Ingresos Totales Julio (€/MW)	6,124.01 €	6,051.20 €
Datos Totales		
Ingresos Trimestrales (€/MW)	18,785.88 €	19,564.40 €
Ingresos Extrapolado Anual (€/MW)	75,143.53 €	78,257.58 €
Ingresos Extrapol. Anual Proy. Compl. (10 MW)	751,435.31 €	782,575.82 €
Coste Total del Proyecto (apartado 4.1.)	2,744,076.37 €	
Return On Investment (ROI)	27%	29%
Periodo de Retorno (años)	3.65	3.51

Figure 3.2: Financial Model of the Project

The first three sections again compile the estimated revenues based on the statistical model and the LLM model. Although these data were already presented previously, they are included here again in order to facilitate a direct month-by-month comparison between the forecasts of both models, thus allowing the existing differences to be highlighted more clearly.

In the Total Data section, the final results of the project begin to be reflected. The quarterly revenues correspond to the sum of the revenues obtained in the months of May, June, and July. Meanwhile, the Annual Extrapolated Revenues section represents an estimate of the potential revenues if the performance observed during the analyzed quarter remained constant throughout a full year.

As explained in section 2.4 Development of Price Forecast Models, the initial intention was to generate a complete price forecast one year ahead. However, due to the lack of tools and necessary knowledge to develop reliable estimates over such a long term, it was decided to make a forecast for the quarter following the available period, assuming that the results obtained would be similar for the rest of the year. For this reason, the Annual Extrapolated Revenues value is simply calculated as the Quarterly Revenues multiplied by four.

Up to this point, all revenues have been expressed in €/MW, since these are generalized values that allow adaptation to projects of any scale. However, in the Annual Extrapolated Revenues of the Complete Project section, these figures are adjusted to the specific capacity of the system analyzed, whose nominal power is 10 MW.

It is worth recalling that the designed storage system has a total capacity of 20 MWh designed with 2-hour charge and discharge cycles. This implies that the system can operate at a constant power of 10 MW for two consecutive hours. For this reason, in the economic calculations, an operational power value of 10 MW is taken, as this is the power delivered during each individual operating hour.

Battery degradation has not been considered in this financial model, given that the payback period is 3 years, a timeframe during which the impact of this variable is not significant. Nevertheless, such degradation is incorporated in the Cash Flow Model presented in the following section, in order to offer a more precise economic estimate of the system in the long term.

In the Annual Extrapolated Revenues of the Complete Project section, the improvement introduced by the LLM model can already be quantitatively appreciated. Compared to the result obtained by the statistical ARIMA model, the fine-tuned LLaMA model offers an increase in estimated annual revenues of approximately €30,000, which demonstrates its greater predictive and optimization capability.

Finally, these Annual Revenues can be compared with the Total Project Cost, yielding a Return on Investment (ROI) of 27% for the statistical model and 29% for the AI model, which corresponds to payback periods of 3.65 and 3.51 years, respectively.

The Return Values obtained are especially attractive. In the field of energy infrastructure projects, profitability indexes between 10% and 15% are generally considered very interesting. In this study, both analyzed models double those reference margins, which convincingly demonstrates that this type of storage systems is at a moment of great viability and growth. Furthermore, the Final Financial Model already incorporates all relevant project costs, including regulatory and administrative aspects. Thus, a solid economic scenario is outlined that could be developed in the real world just as it has been planned on paper.

To complete the financial study, a Cash Flow Model projected over 20 years has been developed, representing the possible annual economic balances of the system. Given the high uncertainty that characterizes the current context, especially in the energy sector, the analysis assumes economic stability in future years. In this way, constant market conditions and revenues throughout the 20-year period are assumed. Likewise, unpredictable variables such as inflation rates or interest rates are not considered to simplify calculations.

As with the Financial Model, a comparison of the returns obtained by each Prediction Model has been carried out. **The final value of the Accumulated Cash Flow for the AI-based model exceeds 10 million euros, quadrupling the initial investment** required to launch the project and again offering highly attractive profitability forecasts. **The difference of only 2% in ROI between both models is significantly amplified over a 20-year horizon, resulting in an additional gain of more than half a million euros.** A 20-year period has been considered as the temporal horizon of the analysis since the battery system has a nominal useful life of 20 years, as guaranteed by the manufacturer.

As can be seen, battery degradation has been considered in this long-term financial analysis, since this variable becomes more relevant in extended temporal studies. This is reflected in how, during the first three years (the period used for ROI calculation), revenues remain above €725,000, while nearing the end of the useful life, they decrease to around half a million euros annually, representing a difference to consider.

MODELO DE FLUJO DE CAJA								
Año	Bat. Útil (%)	Igre. Anu. SAS (€)	Igre. Anu. IA (€)	Gastos (€)	FC Libre SAS (€)	FC Libre IA (€)	FC Acumulado SAS (€)	FC Acumulado IA (€)
0	100.00%	0	0	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37
1	98.25%	751,435.31	782,575.82	-10,000	741,435.31	772,575.82	-1,802,641.06	-1,771,500.55
2	96.50%	738,285.19	768,880.74	-10,000	728,285.19	758,880.74	-1,074,355.87	-1,012,619.81
3	94.75%	725,135.07	755,185.67	-10,000	715,135.07	745,185.67	-359,220.80	-267,434.14
4	93.00%	711,984.95	741,490.59	-10,000	701,984.95	731,490.59	342,764.15	464,056.45
5	91.25%	698,834.84	727,795.51	-10,000	688,834.84	717,795.51	1031,598.99	1,181,851.96
6	89.50%	685,684.72	714,100.43	-10,000	675,684.72	704,100.43	1,707,283.70	1,885,952.39
7	87.75%	672,534.60	700,405.36	-10,000	662,534.60	690,405.36	2,369,818.30	2,576,357.75
8	86.00%	659,384.48	686,710.28	-10,000	649,384.48	676,710.28	3,019,202.79	3,253,068.03
9	84.25%	646,234.36	673,015.20	-10,000	636,234.36	663,015.20	3,655,437.15	3,916,083.24
10	82.50%	633,084.25	659,320.13	-10,000	623,084.25	649,320.13	4,278,521.39	4,565,403.36
11	80.75%	619,934.13	645,625.05	-10,000	609,934.13	635,625.05	4,888,455.52	5,201,028.41
12	79.00%	606,784.01	631,929.97	-10,000	596,784.01	621,929.97	5,485,239.53	5,822,958.39
13	77.25%	593,633.89	618,234.90	-10,000	583,633.89	608,234.90	6,068,873.43	6,431,193.28
14	75.50%	580,483.77	604,539.82	-10,000	570,483.77	594,539.82	6,639,357.20	7,025,733.10
15	73.75%	567,333.66	590,844.74	-10,000	557,333.66	580,844.74	7,196,690.86	7,606,577.85
16	72.00%	554,183.54	577,149.67	-10,000	544,183.54	567,149.67	7,740,874.39	8,173,727.51
17	70.25%	541,033.42	563,454.59	-10,000	531,033.42	553,454.59	8,271,907.82	8,727,182.10
18	68.50%	527,883.30	549,759.51	-10,000	517,883.30	539,759.51	8,789,791.12	9,266,941.62
19	66.75%	514,733.19	536,064.44	-10,000	504,733.19	526,064.44	9,294,524.30	9,793,006.05
20		501,583.07	522,369.36	-10,000	491,583.07	512,369.36	9,786,107.37	10,305,375.41

Figure 3.3: Cash Flow Model

4. Conclusions

Throughout the development of this Final Degree Project, the technical design and economic analysis of an energy storage system based on batteries have been comprehensively addressed, including a forecasting method using artificial intelligence. **From the beginning of this report, it has been shown how the project is based on the combination of three key components: the preliminary economic evaluation of the project's viability, the technical design of a battery infrastructure, and the implementation of artificial intelligence for forecasting optimization.** The results obtained have allowed a clear vision of the real potential of this type of installation in the current energy context.

The main conclusions drawn from the study are presented below, summarizing the fundamental lessons learned after analyzing the project:

1. Real Economic Viability of the Proposed Project

The results obtained throughout the economic analysis have demonstrated that pure energy storage projects present solid financial viability. The designed system achieves a Return on Investment (ROI) of 30%, considering all associated costs, such as operating expenses and regulatory and administrative costs. This profitability margin is clearly above the usual values for this type of project, generally between 10% and 15%, making this investment a highly attractive opportunity. Furthermore, the fact that the Payback Period is around 3 years provides additional support, as this is a short-term horizon in which the probability of significant deviations from the forecasted scenario is considerably lower.

Even more in favor of the project, the growing surplus of photovoltaic generation reinforces the need and interest in storage systems, leaning the probability toward increasingly favorable scenarios. However, this projection is considered only as a contextual hypothesis and has therefore not been included in the study's calculations.

2. Competitive Advantage of Battery Systems compared to other Configurations

One of the main contributions of the project has been the critical comparison among different possible infrastructure configurations: exclusively photovoltaic panels, hybrid systems (panels + batteries), and pure storage systems.

The study has demonstrated that, under the current context of the Spanish electrical system—characterized by a strong surplus of solar generation during the central hours of the day—the exclusive use of grid-connected batteries represents a much more advantageous option.

This approach allows storing energy during low-price moments and selling it during demand peaks, maximizing the exploitation of market fluctuations.

Additionally, Red Eléctrica Española (REE) has shown favorable interest toward this type of project. This preference has been accentuated in recent years, especially after the national blackout event in 2025, highlighting the urgent need to provide the electrical system with greater stability and response capacity.

3. Application of Artificial Intelligence Models as Predictive Tools

The use of large language models (LLM), trained through fine-tuning techniques, has been a notable innovation in this Final Degree Project. Compared to traditional statistical methods, such as the ARIMA model used, AI-based models have shown superior capacity to predict electricity market prices and optimize decision-making in the operation of storage systems.

This improvement has translated into a direct increase in projected returns, with a difference exceeding €500,000 by the end of the project's useful life compared to the traditional model.

4. Simple Infrastructure Projects aligned with the Sector's Technological Evolution

Finally, on the technical side, it is worth noting that this type of installation presents a relatively simple structure in terms of components. In this case, the system consists of seven identical battery containers and their corresponding transformers, along with the switchgear, presenting a straightforward scheme. This simplicity favors scalability, maintenance, and installation cost reduction.

Moreover, the technological evolution of recent years in the storage sector, especially in utility-scale systems, has been significant. Manufacturers are developing solutions with greater capacity, better performance, and longer useful life in response to the growing demand for this type of installation. This fact again serves as an argument in favor of the technical and economic viability of large-scale battery projects, taking a key role in the energy transition of a present-day future.

Índice de Contenidos

Capítulo 1 - Introducción.....	1
Capítulo 2 - Estado de la Cuestión - Fundamentos Teóricos.....	3
2.1. Descomposición del Precio de la Electricidad en España.....	3
2.2. Legislación de Interconexión.....	5
2.3. Criterios de Selección del Modelo de Lenguaje de Gran Tamaño LLM.....	8
Capítulo 3 - Desarrollo del Proyecto.....	11
3.1. Objetivos y Especificación del Proyecto.....	11
3.2. Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto.....	12
3.2.1. Obtención de Datos del Mercado Eléctrico a través del OMIE.....	12
3.2.2. Justificación de Elección de los Meses Marzo y Abril de 2025 para el Estudio.....	17
3.2.3. Planteamiento de Escenarios Posibles.....	19
a) Primer Escenario: Sistema Exclusivo de Placas Fotovoltaicas.....	20
b) Segundo Escenario: Sistema Híbrido de Placas y Baterías.....	22
c) Conclusión Clave y Tercer Escenario: Sistema de Almacenamiento Puro.....	25
3.3. Diseño Técnico de la Infraestructura del Proyecto.....	28
3.3.1. Contenedores de Baterías + Inversor.....	31
3.3.2. Transformadores.....	33
3.3.3. Equipo de Maniobra de Media Tensión (Switchgear).....	34
3.4. Desarrollo de Modelos de Pronóstico de Precios.....	36
3.4.1. Modelo Estadístico ARIMA.....	37
3.4.2. Modelo LLaMA.....	39

Capítulo 4 - Análisis de Resultados - Desarrollo del Modelo Financiero y Estudio Económico.....	43
4.1 Estimación Inicial de Costes.....	43
4.2 Elaboración del Modelo Financiero - Comparación de los Modelos de Pronóstico.....	45
Capítulo 5 - Conclusiones y Aprendizajes.....	51
Capítulo 6 - Referencias Bibliográficas.....	53
ANEXOS.....	55
ANEXO A - Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	56
ANEXO B - Código Completo de Unsloth para el Fine-tuning del LLM.....	57
ANEXO C - Pronóstico de Precios obtenidos por el Modelo LLaMA.....	66
ANEXO D - Datos de Entrenamiento para el Pronóstico de Precios obtenidos por el Modelo Estadístico ARIMA.....	72

Capítulo 1 - Introducción

La transición energética que actualmente afrontan las redes eléctricas a nivel global, ha impulsado una notable expansión de las fuentes de generación renovable, con especial protagonismo de la energía solar fotovoltaica. Esta evolución ha conducido a un punto en el que durante las horas de mayor radiación solar, se produce un excedente significativo de generación. Esta situación, genera desequilibrios en la red (como se ha demostrado con el reciente apagón a nivel nacional) y se desarrollan franjas horarias de precios cercanos a cero o incluso negativos en el mercado eléctrico. Esta situación, plantea nuevos retos de gestión energética para Red Eléctrica Española y los distribuidores nacionales, que deben encontrar mecanismos eficientes para gestionar dicho exceso de energía y redistribuirlo de forma inteligente en franjas horarias donde la demanda supera a la oferta.

En este contexto, los sistemas de almacenamiento energético, especialmente aquellos basados en baterías de gran capacidad, se posicionan como una solución estratégica clave. Su capacidad para almacenar energía en momentos de bajo coste y liberarla durante picos de precio permite no solo estabilizar el sistema eléctrico, sino también habilitar nuevos modelos de negocio basados en la gestión dinámica de la energía. El proyecto planteado se inserta en esta línea, proponiendo una instalación conectada a red que permita optimizar los flujos de carga y descarga de baterías en función de los valores económicos del mercado eléctrico diario español.

El desarrollo de este trabajo, responde por tanto, a una doble justificación. Por un lado, se pretende demostrar la viabilidad técnica y económica de este tipo de instalaciones como herramienta de mejora del sistema eléctrico. Por el otro lado, se busca aprovechar el potencial predictivo de los modelos de inteligencia artificial para anticipar el comportamiento del mercado eléctrico y, en consecuencia, mejorar la toma de decisiones. Esta aproximación se materializa en el diseño de un modelo híbrido que compara técnicas estadísticas tradicionales (ARIMA) con modelos de lenguaje de gran escala (LLM), entrenados específicamente con datos históricos de precios.

La motivación principal de este proyecto surge del interés por explorar el cruce entre ingeniería energética, sistemas de almacenamiento y técnicas avanzadas de predicción basadas en inteligencia artificial. El puntero desarrollo de modelos de inteligencia artificial como LLaMA, junto con herramientas eficientes de fine-tuning, ofrece nuevas oportunidades para su aplicación en entornos industriales concretos, como el mercado eléctrico. Del mismo modo, el componente de diseño técnico del sistema (almacenamiento, transformadores y protección) permite aplicar conocimientos de ingeniería eléctrica a un caso realista y alineado con los desafíos del sector.

En conjunto, el presente Trabajo de Fin de Grado propone una solución completa que combina el análisis energético, la ingeniería técnica de sistemas eléctricos y la inteligencia artificial, con el objetivo de demostrar la viabilidad económica de una instalación de almacenamiento conectada a la red.

Capítulo 2 - Estado de la Cuestión - Fundamentos Teóricos

2.1. Descomposición del Precio de la Electricidad en España

El coste final de la factura de la electricidad abonado por los consumidores en España no corresponde únicamente al coste de generación de esa energía como tal. Se constituye mediante una suma de distintos componentes que incluyen precios de mercado mayorista, costes regulados e impuestos y otros cargos complementarios. Esta estructura compleja refleja tanto el valor de la energía en el mercado mayorista como una serie de costes fijos y variables asociados al mantenimiento del sistema eléctrico, impuestos y márgenes empresariales de comercializadoras. Este resumen de la Descomposición del Precio de la Electricidad en España está basado en el artículo del ITT de Comillas referenciado ¹:

- 1. Precio del Mercado Mayorista:** El componente más dinámico y determinante del coste de la electricidad es el precio del mercado mayorista diario, gestionado por el OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Electricidad). Este precio cambia cada hora y se determina según la oferta y la demanda de energía, además de factores como el porcentaje de generación proveniente de cada fuente de energía y los respectivos precios que cada uno de ellos conlleva. Este componente representa habitualmente entre el 30 % y el 40 % de la factura eléctrica, siendo clave para la toma de decisiones en proyectos de gestión energética avanzada mediante almacenamiento.
- 2. Peajes de Acceso y Costes Regulados:** Otro componente esencial del precio de la luz son los denominados peajes de acceso, que retribuyen el uso de las redes de transporte y distribución eléctrica. Estos costes están regulados por la CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) y no dependen del mercado. Se aplican tanto si se consume energía como si se entrega excedente a la red, y su cuantía varía en función del tipo de tarifa contratada, la potencia, el periodo horario y el nivel de tensión. Estos peajes pueden representar aproximadamente entre un 25% y un 35% del precio total.
- 3. Impuestos y Recargos:** El precio final se ve incrementado por una serie de impuestos y recargos establecidos por el Estado. El más destacado es el Impuesto sobre la Electricidad, del 5,113%, que grava el consumo energético. Además, se aplica el IVA, que normalmente es del 21%, aunque ha sido temporalmente reducido al 10% en algunos supuestos como medida contra la inflación energética. También se incluyen en la factura otros recargos para financiar políticas públicas, como el fomento de las energías renovables, la cogeneración o los sistemas eléctricos no peninsulares. En conjunto, estos tributos pueden suponer entre un 15% y un 25% del precio total de la electricidad.

¹ CHAV21

Componentes Precio Electricidad España

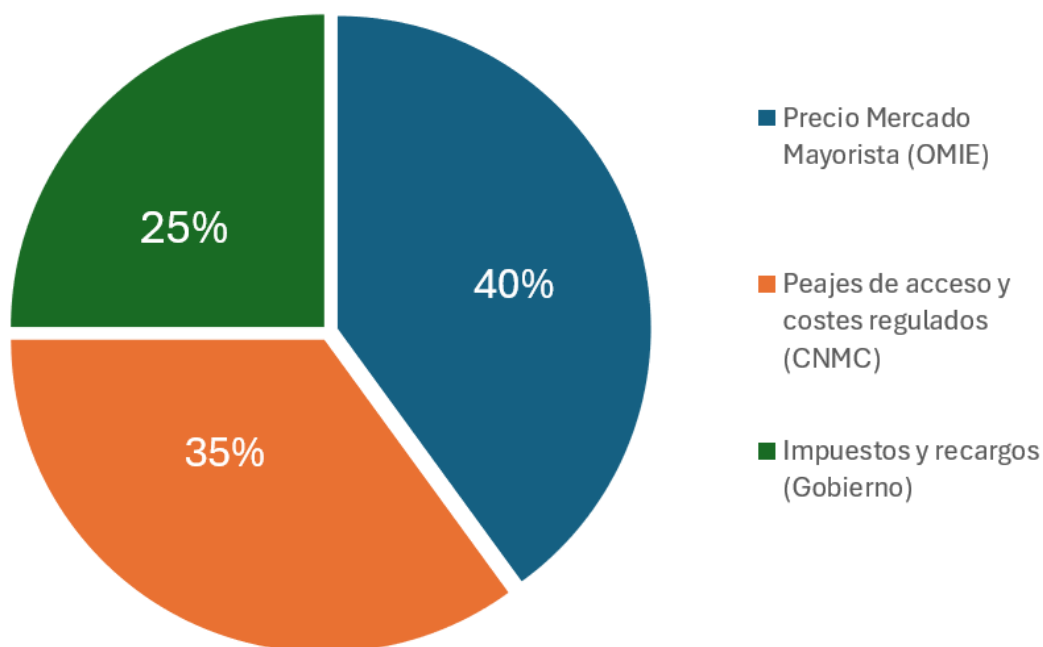


Figura 2.1: Componentes del Precio de la Electricidad en España

Dado que el proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de almacenamiento energético mediante baterías conectadas directamente a la red, el análisis financiero se enfocará exclusivamente en el estudio de las fluctuaciones y variaciones del precio del mercado mayorista gestionado por OMIE (primer componente). La rentabilidad de esta infraestructura dependerá directamente de la capacidad de las baterías para almacenar energía durante las horas de menor coste, y descargarla a red cuando el precio de la electricidad sea más elevado. Al no tratarse de una instalación con consumo final, sino como un agente más de la red, los peajes de acceso, cargos regulados e impuestos repercutidos al consumidor no forman parte directa del estudio económico de la operación.

2.2 Legislación de Interconexión

En el sistema eléctrico español, la infraestructura de transporte y distribución se encuentra claramente diferenciadas.

La red de transporte es responsabilidad de Red Eléctrica Española y opera en alta tensión, garantizando la evacuación de energía a grandes distancias y la estabilidad del sistema.

Por otro lado, la red de distribución, gestionada por empresas distribuidoras como son i-DE (Iberdrola) o e-distribución (Endesa), operan en media y baja tensión, acercando la energía eléctrica a los consumidores finales e instalaciones de menor potencia.

El proyecto desarrollado en este Trabajo de Fin de Grado, tiene como objetivo ofrecer una solución frente a la inestabilidad de la red eléctrica. Esta función resulta especialmente demandada por Red Eléctrica Española, encargada de la gestión y buen funcionamiento de la misma, más que por las compañías distribuidoras.

Del mismo modo, las compañías distribuidoras, no contemplan actualmente la interconexión de instalaciones de almacenamiento energético puro dentro de sus procedimientos estándar, un trámite que sí está regulado por REE. **Por esta combinación de factores, se ha decidido orientar el proceso de interconexión del proyecto, conforme al marco normativo establecido por Red Eléctrica Española.**

Es importante aclarar que, aunque Red Eléctrica Española opere en alta tensión, la conexión del sistema de baterías a la red, se realizará en media tensión mediante una subestación eléctrica de transformación. Desde esta instalación, la energía será transformada a alta tensión, para su posterior gestión por parte del operador.

The logo consists of the words "red eléctrica" in a large, blue, lowercase sans-serif font, with a small blue dot above the 'i' in "eléctrica". Below this, the phrase "Una empresa de Redeia" is written in a smaller, blue, lowercase sans-serif font.

Figura 2.2: Logo Red Eléctrica Española ²

² REDE25

Desde el 27 de septiembre de 2024 con la publicación de la Circular 1/2024³, que posteriormente se detalla, Red Eléctrica ha intensificado su implicación en la tramitación de proyectos de almacenamiento energético, ante la inestabilidad técnica que la red española está sufriendo. La intensa inserción de energías renovables, especialmente la fotovoltaica, ha provocado situaciones recurrentes de exceso de generación durante las horas centrales del día.

En este contexto, el almacenamiento no solo permite una gestión más eficiente de esta sobreproducción, sino que también contribuye a la estabilidad y flexibilidad del sistema eléctrico. Por ello, REE ha comenzado a incluir instalaciones de almacenamiento como sujetos con derecho de acceso y conexión a la red de transporte, especialmente cuando están diseñadas para prestar servicios auxiliares o de regulación.

Este interés de regulación sobre los proyectos de almacenamiento puros o *stand-alone*, cómo son reconocidos en la Circular, está reflejado en la Circular 1/2024, de 27 de septiembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. En particular, se hace referencia en la Exposición de Motivos, último párrafo de la página 2 y primer párrafo de la página 3; y en la Disposición Final Primera, apartado 5³.

El proceso de interconexión está recogido en el Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica⁴. Se pueden generalizar las siguientes etapas:

1. Inicio del Procedimiento (Artículo 10)

El proceso comienza con la presentación de la solicitud por parte del sujeto interesado, ante el gestor de la red correspondiente. El gestor de la red, dispone de 20 días para requerir subsanaciones o declarar la inadmisión. Si no hay requerimiento en ese plazo, se considera admitida a trámite.

2. Evaluación de la Solicitud de Acceso y Conexión (Artículo 11)

Una vez admitida la solicitud, se evalúan tres factores: la capacidad de acceso, por parte del gestor de la red, la viabilidad de conexión, por el titular de la red, y si el acceso puede afectar a redes aguas arriba, se solicitará un informe de aceptabilidad al gestor de dicha red, quien deberá respetar el orden temporal de solicitudes.

La evaluación puede concluir en: aceptación total o parcial, si hay capacidad y viabilidad; o denegación, si concurren causas justificadas.

³ BOE_24

⁴ BOE_20

3. Propuesta Previa (Artículos 12 y 13)

Cuando la evaluación sea favorable, se emite una propuesta previa que debe incluir los siguientes detalles: capacidad de acceso ofrecida, parámetros técnicos (tensión, ubicación, cortocircuitos, etc.) y condiciones técnicas y económicas para la conexión.

Además, debe acompañarse un presupuesto detallado y, en instalaciones de generación, se indicará la categoría del módulo de generación.

Los plazos máximos para emitir esta propuesta, dependen del tipo de red y tensión, variando entre 5 y 60 días, a contar desde la admisión a trámite. Si se requiere informe de aceptabilidad, estos plazos se amplían.

4. Aceptación de la Propuesta (Artículo 14)

El solicitante, dispone de un plazo máximo de 30 días para aceptar o rechazar la propuesta técnica y económica. La falta de respuesta se considera como no aceptación. En caso de desacuerdo, el solicitante podrá presentar alegaciones o acudir a mecanismos de resolución de controversias, si procede.

5. Emisión de los Permisos de Acceso y Conexión (Artículo 15)

Una vez aceptada la propuesta, el gestor de la red procederá a la emisión formal de los permisos de acceso y conexión, completando así el procedimiento.

6. Formalización del Contrato Técnico de Acceso a la Red (Artículos 21 y 22)

Tras la obtención de los permisos de acceso y conexión, y las autorizaciones administrativas correspondientes, los agentes (consumidores, generadores y distribuidores) deben firmar un contrato técnico de acceso con el titular de la red, en un plazo máximo de cinco meses. Este contrato, regula las condiciones técnicas de la conexión y debe ajustarse a lo establecido por la CNMC.

⁴BOE_20

2.3. Criterios de Selección del Modelo de Lenguaje de Gran Tamaño LLM

Un modelo de lenguaje de gran tamaño o Large Language Model, LLM por sus siglas en inglés, es un tipo de inteligencia artificial entrenada con enormes volúmenes de texto para comprender, generar y manipular lenguaje natural. Estos modelos utilizan arquitecturas de redes neuronales profundas, como los transformadores, para aprender patrones complejos en el uso del lenguaje. Entre sus funciones se encuentran el resumen de información, la generación de código o la asistencia conversacional, entre otros.

Algunos de los LLM más conocidos son GPT de OpenAI, BERT de Google, Claude de Anthropic y LLaMA de Meta, todos ellos ampliamente utilizados por sus diversas funcionalidades. De entre ellos, el que ha alcanzado un mayor reconocimiento hasta el momento, es GPT de OpenAI, conocido popularmente como ChatGPT. En este proyecto se ha optado por la selección del modelo LLaMA, decisión cuya justificación se expone en los apartados siguientes:

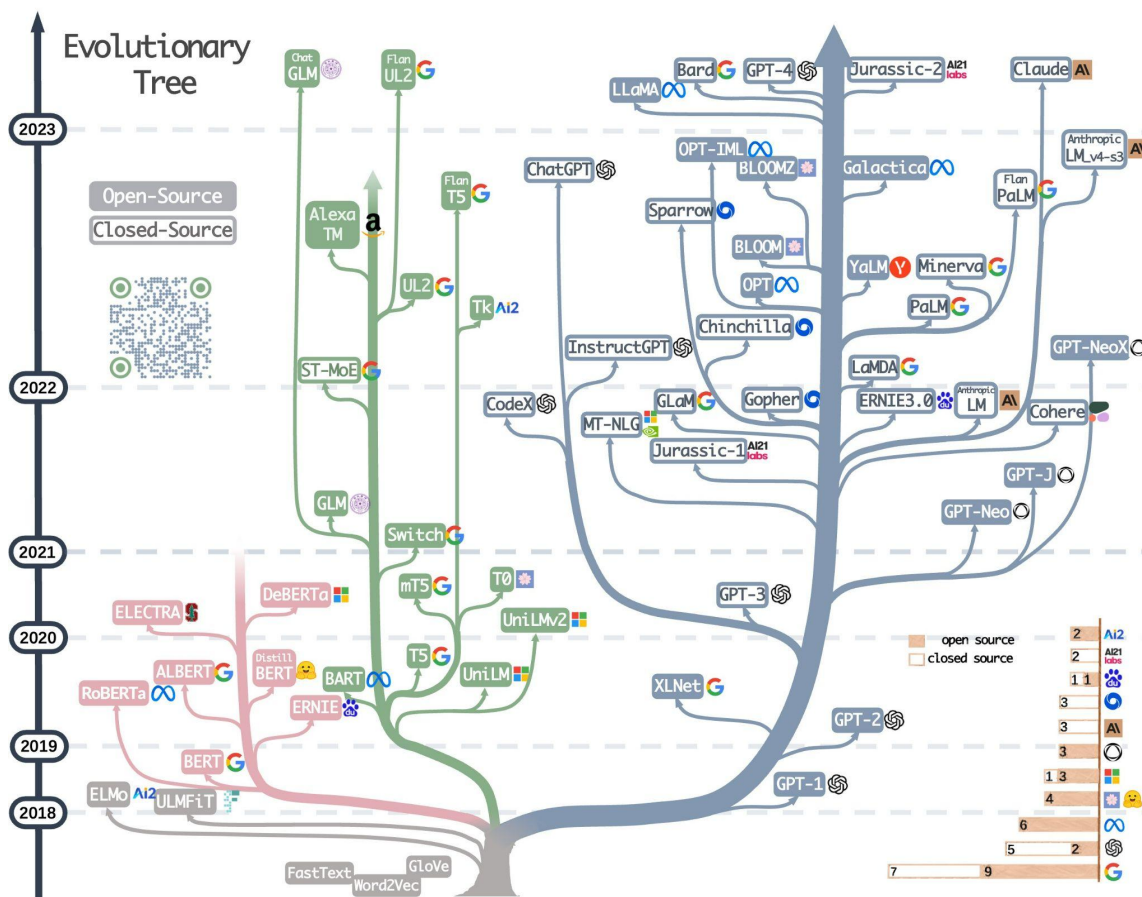


Figura 2.3: Árbol de Evolución de los Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño ⁵

⁵ FERN24

LLaMA (Large Language Model Meta AI) es una familia de modelos de lenguaje de gran tamaño desarrollados por Meta AI. Estos modelos están diseñados para comprender y generar lenguaje natural con un alto grado de precisión, empleando arquitecturas de redes neuronales basadas en transformadores. LLaMA se entrena con grandes volúmenes de texto y es capaz de realizar tareas como redacción, traducción, resumen de textos o análisis semántico, entre otras, con aplicaciones relevantes en numerosos sectores industriales y científicos.

La primera versión de LLaMA, fue lanzada por Meta en 2023, como motivación para ofrecer modelos de lenguaje eficientes, abiertos y con requisitos de hardware más accesibles en comparación con otros modelos de referencia como GPT-3. En 2024 se anunció LLaMA 3, consolidando la familia como una de las principales alternativas en entornos de investigación y desarrollo, con múltiples variantes en términos de tamaño (de 7B a más de 65B de parámetros) y capacidad de fine-tuning o sobreentrenamiento.

Es precisamente esta capacidad de fine-tuning, la razón por la que se ha elegido LLaMa como el modelo de lenguaje de aplicación en este proyecto. LLaMa es un LLM Open Source, es decir, un modelo que ha sido liberado bajo una licencia que permite su uso y modificación por parte de terceros. Este proceso es conocido como fine-tuning.

El fine-tuning, es un proceso de ajuste personalizado de un modelo de inteligencia artificial estándar, que consiste en continuar su entrenamiento con un conjunto de datos específico y reducido, adaptándolo así a una tarea concreta o a un dominio particular. Este método permite mejorar significativamente el rendimiento del modelo en aplicaciones específicas sin necesidad de entrenarlo desde cero, optimizando su capacidad de predicción y adaptación a nuevos contextos.

En el contexto del sector energético, el uso de modelos de lenguaje de gran escala (LLM) comienza a explorarse como herramienta de apoyo en tareas operativas vinculadas al control y supervisión de infraestructuras. Gracias a su capacidad para interpretar instrucciones complejas y adaptarse a entornos dinámicos, las IA como LLaMa pueden integrarse en sistemas de gestión energética, para optimizar los pronósticos de precios del mercado, o asistir en la configuración de parámetros de dispositivos eléctricos. Asimismo, se está estudiando su uso en labores de monitorización inteligente, como la generación automática de alertas operativas, contribuyendo así a una gestión más eficiente de los recursos energéticos.



Figura 2.4: Logo LLaMA de Meta ⁶

⁶LLAM25

Capítulo 3 - Desarrollo del Proyecto

3.1. Objetivos y Especificación del Proyecto

1. **Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto.** Este estudio tiene el objetivo de identificar una potencial oportunidad de inversión con márgenes de retorno viables. Asimismo, se plantean distintos escenarios de sistemas con baterías y placas fotovoltaicas para comparar sus ingresos y rentabilidades.
2. **Diseño Técnico de la Infraestructura del Proyecto y Selección de los Componentes del Sistema, garantizando su Correcto Funcionamiento.** El sistema propuesto se basa exclusivamente en baterías que se cargan y descargan de la red en función del precio de la energía.
3. **Desarrollo de un Modelo Estadístico ARIMA de Predicción de Precios Eléctricos,** entrenado con registros históricos y posteriormente ajustado para optimizar su precisión.
4. **Implementación de un Modelo de Lenguaje LLM mediante Fine-tuning del Modelo LLaMA de Meta, para una Segunda Predicción de Precios del Mercado Eléctrico.** Los resultados obtenidos se compararán con los del modelo estadístico para evaluar las mejoras que ofrece el entrenamiento del LLM.
5. **Elaboración de un Modelo Financiero Realista que permita Evaluar los Resultados de Inversión derivados de ambos Métodos de Predicción.** Este modelo tiene el objetivo de poder ser presentado a potenciales inversores, cuya rentabilidad justifique su implementación en el mundo real.

3.2. Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto

El objetivo de este apartado es hacer unos primeros números que estimen a grosso modo el potencial de rentabilidad del proyecto. Para ello, se analizan los precios horarios del mercado eléctrico español durante los meses de marzo y abril de 2025, meses más recientes y que además ofrecen la posibilidad de realizar un contraste meteorológico entre distintas condiciones opuestas. A partir de estos datos, se plantean diferentes escenarios de funcionamiento con el fin de identificar si existe una oportunidad económica real para una instalación de almacenamiento energético conectada a la red.

3.2.1. Obtención de Datos del Mercado Eléctrico a través del OMIE

El OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía), es la entidad encargada de gestionar el mercado mayorista de electricidad en España y Portugal. En su página web se pueden encontrar registros oficiales de datos históricos y actualizados del mercado, incluyendo precios horarios, volúmenes de oferta y demanda y otras variables relevantes para el análisis del comportamiento del sistema eléctrico. Todos estos archivos pueden ser descargados en formato de hoja de cálculo (Excel) lo que facilita el estudio y manipulación de estos datos.

Para un primer estudio orientativo de precios, se han empleado los datos correspondientes a los dos meses completos más recientes: marzo y abril de 2025. Es imprescindible destacar nuevamente que la rentabilidad económica del proyecto, se obtiene diariamente mediante las diferencias de precio que se producen a lo largo del día, por lo que resulta fundamental disponer de registros con resolución horaria para cada jornada.

La web del OMIE proporciona precisamente este tipo de información detallada, lo que representa una notable ventaja a la hora de realizar análisis precisos y estructurados sobre el comportamiento del mercado eléctrico ⁷.

⁷ OMIE25

Volumen horario en el mercado diario
Precio España - 03/2025

	Periodo																								Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
01	105.36	85.2	82.49	79.17	74.21	70.75	78.52	83.5	82.92	72	54.63	45	40.1	39.68	35.3	31.73	34.75	39.68	66.52	70.8	80.36	78.54	82.49	66.28	65.83
02	62	51.58	50.03	49.2	50.68	51.58	51.97	51.9	51.9	52.5	60.5	49	27.5	40	42.19	51.9	76.04	82.49	89.5	113.95	124.87	121.69	91.5	79	65.56
03	78.8	73	68.5	69	68.57	78.61	93	104.58	115	104.58	105.63	103.96	90.48	90.24	66.91	86.44	98.5	100.13	111.5	135	149	122.91	115	98.41	96.99
04	100.13	104	101.05	100.13	99	102.61	96.78	106.6	109.24	102.7	95.5	77.85	63.84	50.24	55.1	66.75	80	101	102.58	144.28	132	117.62	102.97	102.7	96.44
05	86	84	83.66	80	79.19	76	83.66	109.14	99.69	82	70.2	50	41.89	35.19	35.3	50.53	69.37	80	89	111.31	112.82	106.71	96.96	80.46	78.88
06	61	56	62	67.75	68.9	70.84	75.95	97.49	101.58	78.85	71	70.2	67.7	59.99	54.19	54.97	60.01	76.99	101	126.02	117.01	105.51	91.96	76.6	78.06
07	77.33	69.99	63.93	60.01	60.2	64.01	67.98	77.1	77.14	62.27	60.32	35	20.47	7.82	23.9	14.68	22.34	29.75	43.33	44.1	52.2	50	50	43.84	49.07
08	29	13.2	13.2	12.2	7.19	5	8.9	10.96	5	6.99	3.52	3.52	2.99	1	0.07	0.02	0.65	3.52	35	43.38	41.23	40.65	40	38.1	15.22
09	35.4	35.01	35.01	33.29	29.97	31.4	31.81	35	35	29.27	10.1	9.13	13.2	7.1	3.52	17.39	35.01	47.68	89.02	124.5	127.6	115.66	97.04	88.06	46.51
10	85.51	78.03	73.01	71.31	66.7	73.43	99.58	123.06	130.01	95	82.99	78	76.02	77.32	75.51	69.11	77.86	95.92	117.84	152.05	131.6	110	100	92	92.99
11	91	87.45	84.47	82.36	82.36	91.92	92.8	114.57	126.96	100.93	92.22	80	82.92	77.87	75	69.1	69.1	82.5	114.5	157.5	137.84	119.33	108.78	105.16	96.94
12	84.99	71.97	69.1	71.58	71.14	70.01	78.5	103.08	104.44	85	75.85	71.97	70.39	70.01	70.01	71.83	75.01	103.08	130.41	176.69	146.37	132.2	120	109.91	93.06
13	108.58	103.46	101.25	95.12	90.8	99	110.01	152.28	156.41	140	117.56	110.54	102.75	95.12	92.38	92.47	92.38	92.47	107.1	160.86	149	126.51	103.5	81.9	111.73
14	49.75	39	35.1	35.01	37	42.28	62.84	95.8	96.3	63.1	38	25	24.7	18.82	5.76	5	14	37	83.35	134.5	130.01	111.39	104.14	96.54	57.68
15	82.26	66.79	59.43	49.71	44.72	44.72	49.58	59.68	34.22	3.52	0	0	0	0	0	0.02	1	29.52	85	132.96	121.46	108.5	105.02	95.25	48.89
16	82.93	70	65	65	63.02	65	65	67.8	60.35	40.5	25.3	11.06	10.52	11.37	9.94	6.99	25.3	46	82.93	140	130.43	113.31	107.05	89	60.58
17	83.55	71.26	74.66	71.26	71.26	69.6	79.99	136.01	137.01	99	81.1	70.07	58.9	50.24	50.24	60.34	68.1	80.67	111.93	170	141.5	110.96	104.18	75.85	88.65
18	70.79	40.3	37.84	40	39.8	38.31	54.23	78.87	94.14	72.65	37.84	12.84	20.2	5.19	6.03	24.59	33	41.89	72	150.79	136.97	105.69	90.95	79.43	57.68
19	46.68	44.02	39.92	35.01	35.01	35	75	117.38	35.01	20.19	6	0.22	0	0	0	0	0.1	3.6	31.1	36.68	52.96	38.26	30.34	16.09	29.11
20	7.89	6	3.52	3.52	3.52	3.52	6	9.7	14	5	3.52	3.42	0.43	0.65	3.52	6.09	15.47	35	62.96	101.6	93.74	63.99	50.21	41.34	22.69
21	16.74	9.2	5.7	4.2	3.52	4.2	8.85	17	10.6	3.52	3.52	0.74	0.65	0.18	0.18	0.65	1.1	3.52	9.5	35	40	35.01	29.42	15	10.75
22	3.52	3.52	1	0.5	0.5	1	0.65	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	-0.01	0	0.65	10.5	40	76.01	52.05	43.9	35.01	11.23
23	35.01	33.55	19.97	10.1	8.5	8.74	10.1	15	7.4	3.52	0.65	0.54	0.1	0.5	0.06	0	0.02	3.52	35.01	108	125.92	111	98.84	63.11	29.13
24	40.03	28	24	21.96	21.87	25	40.38	61.51	37.93	20.19	3.52	0.65	0.65	2	3.52	3.52	7.4	23.79	59.99	179.1	158.3	120.96	107.92	74.73	44.46
25	40.51	20.26	13.13	12.2	12.73	17.87	32.38	90.99	37.93	4.96	1.06	0	0.01	0.1	0.42	1.03	3.6	12.2	65	160.86	158.84	128.4	104.25	99	42.41
26	47.39	30	15.85	15.8	20.08	28.6	60	95.79	21.7	0.2	-0.01	-0.45	-0.5	-0.45	-0.45	-0.45	-0.01	0	27	125.22	126.66	104.94	97.33	54.68	36.21
27	93.52	63.09	60	52.98	52.98	63.09	85.92	125.03	59	3.52	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0	0.65	47.81	150	135.57	117.75	106.1	93.2	54.59
28	51.4	37	21.61	20.8	20.8	29.5	51.4	86.9	20.08	0.02	-0.4	-1	-1.02	-1.04	-1.2	-1.24	-1.24	-0.62	3.52	62	85.36	63.53	50	20.8	25.71
29	13.29	10.63	7	5	4.96	4.96	5	3.52	0	-1.01	-2	-2	-2	-2	-2.2	-2.2	-2.2	-2	0	11.13	20.16	18.58	11.13	6	4.32
30	3.6	3.2	0.65	0.1	0.09	0.17	0.13	0	-1.53	-2.31	-3.8	-4	-4	-5	-5.21	-4	-3	-2.2	0.02	25.46	35.01	25.63	10.63		3.03
31	0.65	2	3	0.65	0.65	1	7.44	40.03	41.26	0.15	-0.01	-0.31	-0.66	-0.62	-0.62	-1	-0.99	-0.01	0.2	55	146.79	197.25	119.85	95.01	29.45
Media	57.25	48.09	44.36	42.42	41.61	44.12	53.69	73.25	61.32	43.51	35.3	29.06	26.07	23.6	22.56	25.04	30.73	40.27	64.04	108.99	110.24	95.95	82.95	70.42	53.03

Figura 3.1: Matriz de precios de OMIE Marzo 2025 ⁷

⁷ OMIE25

Volumen horario en el mercado diario

Precio España - 04/2025

		Periodo																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Media	
Dia	01	90	75.78	70.03	60.48	61.59	68.2	84.2	155.5	159.37	87.97	38.1	5.2	0	0	-0.01	-0.07	-0.01	-0.01	17.9	53.71	114.96	120.93	84.2	58.44	58.6
	02	38.11	26.34	26.1	20	20	26.34	39.87	90.08	104.9	54.33	21.15	1	0	0	-0.01	-0.02	-0.01	0.04	7.96	32.96	53.11	49.23	32.95	27.3	27.99
	03	20.37	19.07	16.32	12.27	9.07	11.94	19.7	38.11	56.33	38.11	28.96	3.52	0.5	0	0	0	1.87	5	10.06	35	80	79	35.01	10.1	22.1
	04	3.6	3.52	3.52	3.51	3.52	3.52	3.52	35	35.01	18.83	4.73	3.52	0	-0.01	-0.02	-0.01	0	0.01	0.65	6.3	35.01	50.02	35.01	20.91	11.24
	05	35	19.97	19.1	19.34	13.2	16.4	19.75	20.3	21.46	10	0.66	-0.13	-0.3	-1	-1.01	-1.2	-1	0.1	10	46.49	95.61	95.61	78.99	68.75	24.42
	06	70.45	46.21	35.01	27.01	25.5	25.57	26.51	28.87	26.25	0.1	-1.01	-1.54	-1.54	-1	-1	-1.32	-1.49	-0.01	8.26	35.2	75	80	70.01	66.38	26.56
	07	48.37	41.9	43.32	39.54	39.74	46.22	70.1	159.86	143.04	60	17.43	3.01	0.01	0	0	0	0	1.51	20	69.1	156	170.01	118.34	99.84	56.14
	08	83	71.8	69.07	57.65	51.22	53.16	60.5	131.17	104	36.88	0.65	-0.01	-0.86	-1.01	-1.02	-1.01	-1	-0.01	0.01	33.68	117.6	123.49	85.95	69.22	47.67
	09	50.13	37	33.68	32.06	28.46	28.9	37	86.96	98.21	33.68	5.8	-0.01	-0.01	-0.02	-0.2	-0.5	-0.02	0	9.81	37	70	89	53.96	36.64	31.98
	10	33.68	28.46	21.46	20.08	18.36	17.46	15	35.01	37.5	30.48	10.99	0.65	0	0	-0.01	-0.01	0	0	4.99	20.3	38.54	50.82	43.3	33.68	19.2
	11	21.63	16.66	11.98	14	12.51	14	14	30.48	34.37	27.5	12.51	3.52	0.01	0	0	-0.01	0.01	3.52	8.3	28.46	52.01	58.02	41.91	35	18.35
	12	35.01	29.24	31.22	29.24	29.09	30.38	32.68	29.24	30.95	33	20.19	8.01	3.52	1.8	0.17	0.01	0.01	18.08	22.57	33.84	50.02	79	55.44	45.59	27.01
	13	35	35	31.3	20.08	15.31	14.99	21.63	27.75	17.23	9	2.55	0.18	0	-0.01	-0.2	-1.51	-0.01	0	1.35	8.24	44.31	60.55	59.04	38.5	18.35
	14	39.23	38.16	37.74	35	30.01	35.01	42.5	68.19	74.94	37.74	30.55	7.4	3.52	0.65	0	0	0	0	0.65	4.99	35	35	19.75	13	24.54
	15	14	7.5	5.64	4.5	3.6	7.08	20.08	34.45	35	18.74	5.5	3.52	0.08	0	-0.01	-0.01	-0.01	0	2.55	7.5	33.47	35	21.96	21.46	11.73
	16	16.22	16.22	15	12.96	6	6.99	15.98	17.46	15	3.8	0.66	0	0	0	0	-0.01	-0.01	0	0.65	6.1	30.92	69.21	36	22.15	12.14
	17	20.19	16.22	15.98	15.88	15.5	15.5	16.46	22.48	19.97	9.5	3.52	1.49	0	0	0	0	0	0	3.52	20.08	72.83	107.5	87.56	62.4	21.94
	18	36	21.53	20.26	20.57	20.57	20.26	15.55	18.98	12.05	4.31	2	0	-0.3	-0.79	-1.16	-1.54	-1.54	-1.51	0	3.52	21.53	35	30	21.05	12.35
	19	8	4.83	3.83	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	2.4	0	-0.79	-1.54	-1.54	-2.2	-3	-4	-4	-3	-1.54	0	2.78	8	7.55	8	1.72
	20	3.52	2.78	2.1	2.17	3	3.52	3.52	7	3.52	1.6	0	-0.02	-0.99	-4	-4.99	-4.2	-1.54	-1.54	-0.3	3.05	35.99	82.3	80.5	40	10.71
	21	39	25.5	23.66	22.5	25	29.97	60.05	72.13	65.12	33.98	25.74	15	11.83	8.12	6.56	9.27	11.94	20.33	44.86	107.78	134.09	160	122.77	102.93	49.09
	22	85.1	76.05	71.73	70.41	73.06	66	84.48	120.62	126.6	83.51	69.7	45	30	20.37	15	5.11	4.31	5.79	21.7	60	99.99	130.04	105.03	75.81	64.39
	23	72.84	62.4	60.98	53.17	50.92	53.17	73	80.24	67.11	45	11.5	4.31	0.65	0.28	0	0	0	0	3.52	31.24	88.73	116.7	105.58	80.24	44.23
	24	75.24	55.89	45.5	47.46	47.46	53.17	65.74	95	71.33	19.97	0.65	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0	3.52	47.46	102.35	114.48	106.53	93.1	43.53
	25	74.24	65.01	69.39	61.31	65.2	72.99	92.52	113.39	99	40.5	15	0.65	0	0	-0.01	-0.12	-0.21	-0.01	0	20.08	79.5	109.63	77	40.7	45.66
	26	19.86	7.83	5.3	7.11	7.11	5.3	8.5	15.5	6.98	0	-0.51	-1.54	-2	-2	-3	-3	-3.03	-2.5	-1.54	0	11	23.04	18.45	16.08	5.54
	27	14	5.11	3.6	3.52	3.52	3.52	3.6	3.52	0	-1.51	-3	-5	-5	-5.8	-5.8	-6.01	-5.17	-3.02	-0.99	3.52	35	100.7	85.14	40	10.98
	28	24.63	16.3	18.1	18	18	25	25	47.94	33	3.52	0	-0.01	-1.01	-2.5	-3	-1.54	-0.3	-0.01	0.01	5.2	40.7	80.8	61.15	35	18.5
	29	6.77	3.52	3.52	3.52	3.3	3.52	3.52	14	3.52	3	0	-0.3	-1.01	-1.9	-1.66	-1.54	-1.54	-1	0	0.65	12.53	35.01	33.68	17.93	5.79
	30	35	16.46	13.3	13.3	15.41	35	87.99	117.01	98.03	35	7.08	0.1	0	0	-0.17	-0.02	-0.01	0	0.65	3.6	35.01	108.14	95.1	47.9	31.83
Media	38.27	29.74	27.59	25.01	23.96	26.55	35.55	57.33	53.41	25.95	11.01	3.2	1.19	0.3	-0.15	-0.44	-0.09	1.39	6.64	25.5	61.79	81.87	62.93	44.94	26.81	

Figura 3.2: Matriz de precios del OMIE Abril 2025 ⁷

⁷OMIE25

Con el objetivo de mejorar la precisión de los cálculos y reducir la variabilidad asociada a la elección de un único día, **se ha calculado un valor medio para cada franja horaria utilizando todos los registros disponibles de cada mes.** El resultado de este proceso se presenta en la siguiente tabla de datos:

Hora	Marzo (media mes) €/MW	Abril (media mes) €/MW
01:00h	57.25 €	38.27 €
02:00h	48.09 €	29.74 €
03:00h	44.36 €	27.59 €
04:00h	42.42 €	25.01 €
05:00h	41.61 €	23.96 €
06:00h	44.12 €	26.55 €
07:00h	53.69 €	35.55 €
08:00h	73.25 €	57.33 €
09:00h	61.32 €	53.41 €
10:00h	43.51 €	25.95 €
11:00h	35.30 €	11.01 €
12:00h	29.06 €	3.20 €
13:00h	26.07 €	1.19 €
14:00h	23.60 €	0.30 €
15:00h	22.56 €	-0.15 €
16:00h	25.04 €	-0.44 €
17:00h	30.73 €	-0.09 €
18:00h	40.27 €	1.39 €
19:00h	64.04 €	6.64 €
20:00h	108.99 €	25.50 €
21:00h	110.24 €	61.79 €
22:00h	95.95 €	81.87 €
23:00h	82.95 €	62.93 €
24:00h	70.42 €	44.94 €

Figura 3.3: Precios Promedios para cada franja horaria de cada mes

Los subrayados con colores de las franjas horarias, tienen el objetivo de facilitar su relación con cálculos posteriores de los diferentes escenarios de infraestructura. Los códigos de colores siguen la siguiente leyenda:

- 1. Franja Morada:** Intervalo de carga del primer ciclo diario (4am y 5am)
- 2. Franja Naranja:** Intervalo de descarga del primer ciclo diario (8am y 9am)
- 3. Franja Verde:** Intervalo de exceso de generación por parte de las placas solares y venta directa de la energía a la red (12h, 13h, 16h)
- 4. Franja Amarilla:** Intervalo de carga del segundo ciclo diario mediante la energía generada en las placas (14h y 15h)
- 5. Franja Azul:** Intervalo de descarga del segundo ciclo diario (20h y 21h)

Bocetando la tabla de valores medios horarios de los meses de marzo y abril, se obtiene la siguiente representación gráfica:

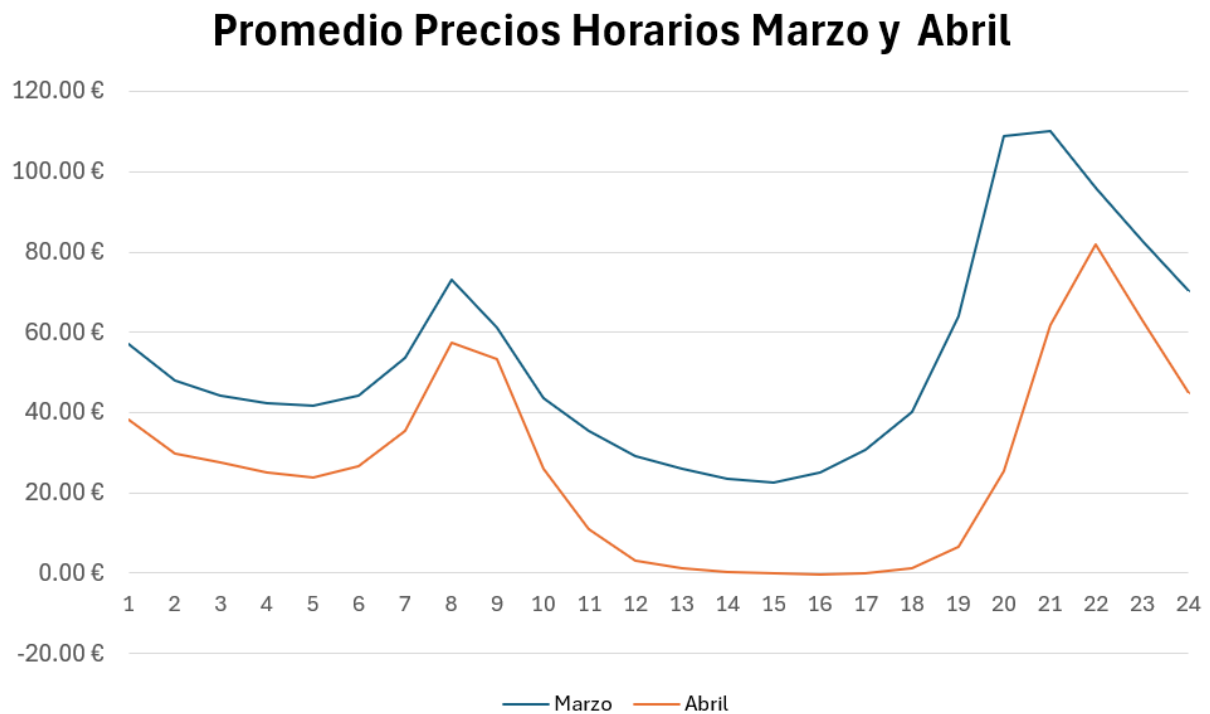


Figura 3.4: Representación Gráfica de los Precios Promedios para cada franja horaria

3.2.2. Justificación de Elección de los Meses Marzo y Abril de 2025 para el Estudio

Se han seleccionado los meses marzo y abril de 2025 para el estudio por dos razones:

En primer lugar, porque son los dos meses con registros completos más recientes disponibles. Contar con datos recientes, permite realizar estimaciones más precisas y representativas de las condiciones futuras, ya que reflejan de manera más fiel las tendencias y variaciones recientes. Además, permite observar de forma más realista la actual inversión en energía fotovoltaica y los efectos que esta ejerce sobre los precios.

En segundo lugar, debido a las características meteorológicas inusuales y contrastadas que se han presentado durante el año 2025:

Marzo de 2025 destacó por ser un mes extremadamente lluvioso y frío, con precipitaciones que superaron ampliamente la media histórica. Según la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), marzo fue el mes más lluvioso desde 1961, con una media de 100 a 110 litros por metro cuadrado en el conjunto de España, lo que representa aproximadamente tres veces el volumen de precipitaciones habitual para este mes ⁸.

En contraste, abril de 2025 mostró un cambio significativo en las condiciones meteorológicas. Aunque la Semana Santa, estuvo marcada por un descenso de temperaturas y lluvias en algunas zonas, a partir de mediados de mes se registró un aumento en las temperaturas y una disminución en las precipitaciones ⁸.

Esta diferencia en la situación meteorológica, se puede ver representada en los siguientes gráficos de Fuentes de Generación, obtenidos de la aplicación móvil redOS de Red Eléctrica, de dos días representativos de los meses estudiados a la misma hora del día, las 13:30h.

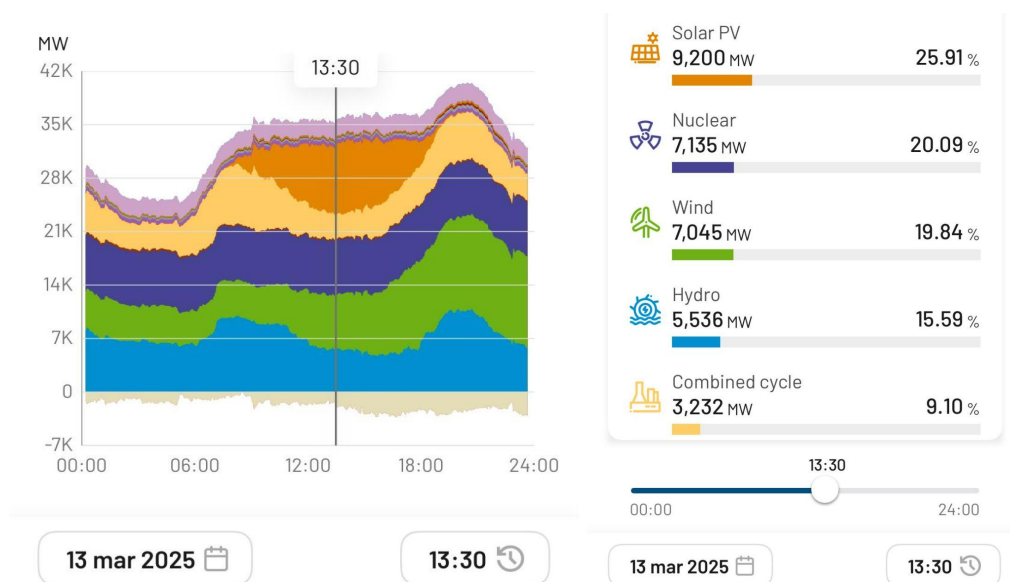


Figura 3.5: Distribución de Fuentes de Generación el jueves 13 de marzo de 2025 a las 13:30h ⁹

⁸ AEME25

⁹ REDO25

El jueves 13 de marzo de 2025 se caracterizó por condiciones meteorológicas inestables en gran parte del territorio español, con temperaturas bajas y precipitaciones generalizadas. Estas condiciones se reflejaron en la baja producción solar registrada a las 13:30 h, momento en el que únicamente el 25,91 % de la generación eléctrica nacional procedía de fuentes solares, frente a una media habitual superior al 40 % en ese horario. Este déficit fue compensado mediante un aumento de la generación hidráulica, una fuente que normalmente presenta una aportación nula en ese tramo horario.

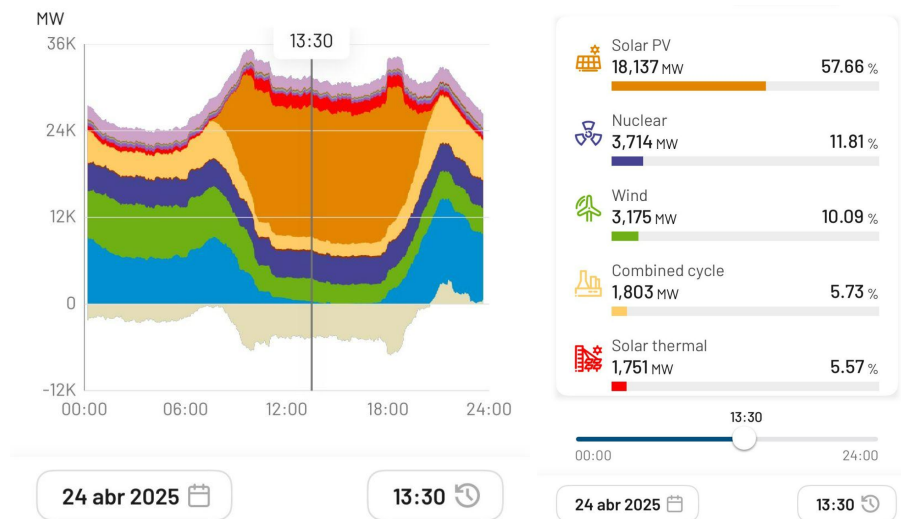


Figura 3.6: Distribución de Fuentes de Generación el jueves 24 de abril de 2025 a las 13:30h ⁹

El jueves 24 de abril de 2025 se registraron condiciones meteorológicas estables y agradables en la mayor parte del territorio español, con cielos despejados y temperaturas moderadas. A partir de los datos correspondientes a la misma franja horaria que el 13 de marzo, se observa que el 63,23 % de la generación eléctrica nacional procedía de fuentes solares (fotovoltaica y térmica), mientras que la contribución de la energía hidráulica era prácticamente nula.

En términos económicos, el 13 de marzo de 2025, bajo condiciones meteorológicas adversas que limitaron significativamente la producción solar, el precio de la electricidad a las 13:30 h alcanzó los 102,75 €/MWh. En contraste, el 24 de abril de 2025 con condiciones atmosféricas favorables que supusieron una mayor generación solar, el precio de la electricidad a la misma hora se mantuvo en -0,01 €/MWh. **Esta comparación permite concluir que existe una clara correlación entre las condiciones meteorológicas y el precio resultante de la electricidad en el mercado mayorista**, a través del tipo de generación predominante.

Estos datos evidencian cómo la generación renovable puede influir directamente en la fluctuación de los precios de la electricidad. **Por este motivo, se ha realizado el estudio de viabilidad económica utilizando dos meses con condiciones meteorológicas opuestas**, con el objetivo de evitar que los resultados se vean sesgados por esta variable sin haber sido debidamente considerada.

⁹ REDO25

3.2.3. Planteamiento de Escenarios Posibles

El objetivo de este apartado es hacer unos primeros números que estimen a grosso modo el potencial de rentabilidad del proyecto. Se utilizarán los precios más recientes del OMIE (marzo y abril de 2025) y valores de inversión de costes de placas y baterías únicamente. Los valores precisos de pronósticos de precios y el resto de valores del modelo completo de costes, costes administrativos, se incluirán más adelante en el apartado 4. *Análisis de Resultados.*

Cabe señalar que, en lo referente a los valores de inversión en placas y baterías, se utilizarán como referencia los precios que se detallan posteriormente en el apartado 3.3. *Diseño de las características técnicas de la infraestructura del proyecto.* Sin embargo, al descartar finalmente el uso de placas solares como escenario favorable para la infraestructura, sus características no se incluyen en dicho apartado. Es por ello que se especifican los detalles del modelo tomado como referencia a continuación:

Placas Solares: JKM550M-72HL4-(V) de JinkoSolar de 550 W de potencia nominal, con un coste unitario de 145,20 €. Se requieren 18.182 unidades para consolidar el proyecto de 10 MW. Total estimado de 2.640.026,40 €. La referencia de precios utilizada corresponde a la ofrecida por el distribuidor Energytec ¹⁰.

Se diferencian 3 escenarios de ingresos en función del tipo de infraestructura elegida en el diseño. De esta manera, se justificará la elección del más óptimo en función de los índices aportados por cada uno de ellos:

¹⁰ ENER25

a) Primer Escenario: Sistema Exclusivo de Placas Fotovoltaicas

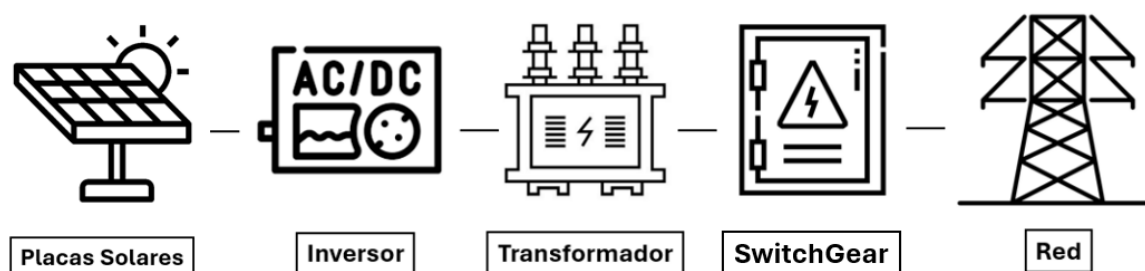


Figura 3.7: Primer Escenario: Sistema exclusivo de Placas Fotovoltaicas

En este *Primer Escenario*, el beneficio económico se genera durante las horas solares de cada día. **Los paneles solares producen energía renovable que se vierte directamente a la red en el mismo instante en que es generada.**

Para estimar cuántas horas solares pueden aprovecharse para la producción energética, se utiliza el concepto de horas solares pico (HSP). Este término, ampliamente empleado en el ámbito fotovoltaico, representa las horas útiles de sol al día en las que se asume una radiación solar constante de 1000 W/m^2 .

El número de HSP varía según el mes y la localización geográfica. En meses de invierno, como enero, las horas pico diarias suelen estar entre 2,5h y 3,5h. En meses de verano, como julio, este valor oscila entre 6h y 7,5h al día. Para los meses analizados en el modelo (marzo y abril), las HSP se sitúan entre 4,5h y 5,5h, por lo que se tomará un valor medio de 5h para los cálculos, aproximadamente entre las 12:00 h y las 16:00 h.

El valor del precio de la *Franja Horaria Solares Pico* es la suma de los precios de la electricidad entre las 12 h y 16 h, ambos inclusive, al ser este intervalo las 5 horas diurnas medianas del día. El Retorno Anual se calcula como el Retorno Diario multiplicado por los 365 días del año y por los 10 MW teóricos del proyecto.

El Retorno de la Inversión (ROI) se calcula dividiendo el *Retorno Anual* entre la *Inversión* necesaria, que en este caso son las placas solares, únicamente.

Primer Escenario				
	Precios Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias			
			Franja Horas Solares Pico (12h a 17h)	
Marzo			126.33 €/MW	
Abril			4.09 €/MW	

	Retorno Diario (€/MW)		
	Escenario1: Placas		
Marzo	126.33 €/MW		
Abril	4.09 €/MW		

Inv. Placas	Inv. Baterias
2,640,026.40 €	1,760,722.73 €

	Retorno Anual (Proyecto 10MW)		
	Escenario1: Placas		
Marzo	461,109.21 €		
Abril	14,924.85 €		

	Return On Investment (ROI)		
	Escenario1: Placas		
Marzo	17.47%		
Abril	0.57%		

Figura 3.8: Análisis Económico Primer Escenario

Analizando los resultados de la tabla, se observan tres claros conceptos:

En primer lugar, la diferencia de precios entre los meses de marzo y abril. En abril, el retorno diario es prácticamente nulo, ya que la elevada generación renovable durante las horas diurnas, combinada con una baja demanda en ese intervalo, provoca un desplome de los precios en dicha franja. Por el contrario, en marzo el retorno es aceptable, aunque cabe considerar que, si la generación renovable fue inferior debido a condiciones meteorológicas adversas, la producción del proyecto también se vería reducida al tratarse de una instalación exclusivamente solar. Por este motivo, se debería de aplicar un coeficiente de HSP menor durante este mes, aunque de momento se va a despreciar.

En segundo lugar, la baja rentabilidad de este escenario. Considerando un mes aparentemente favorable como es marzo (al que habría que aplicar este coeficiente de reducción de producción), únicamente se obtiene un ROI teórico del 17%. Este valor no es real, ya que aún se tienen que considerar otros gastos asociados al proyecto como el resto de componentes o gastos administrativos, que se considerarán posteriormente. Con un ajuste realista de los costes, el ROI del proyecto probablemente no alcanzaría el 10%, poniendo en duda la rentabilidad del mismo.

Por ambas conclusiones, es necesario incluir baterías en el proyecto. Gracias a estos componentes, se podrán controlar las franjas de precios de venta, pudiéndolas situar en los óptimos diarios correspondientes a las 20h y 21h aproximadamente.

b) Segundo Escenario: Sistema Híbrido de Placas y Baterías

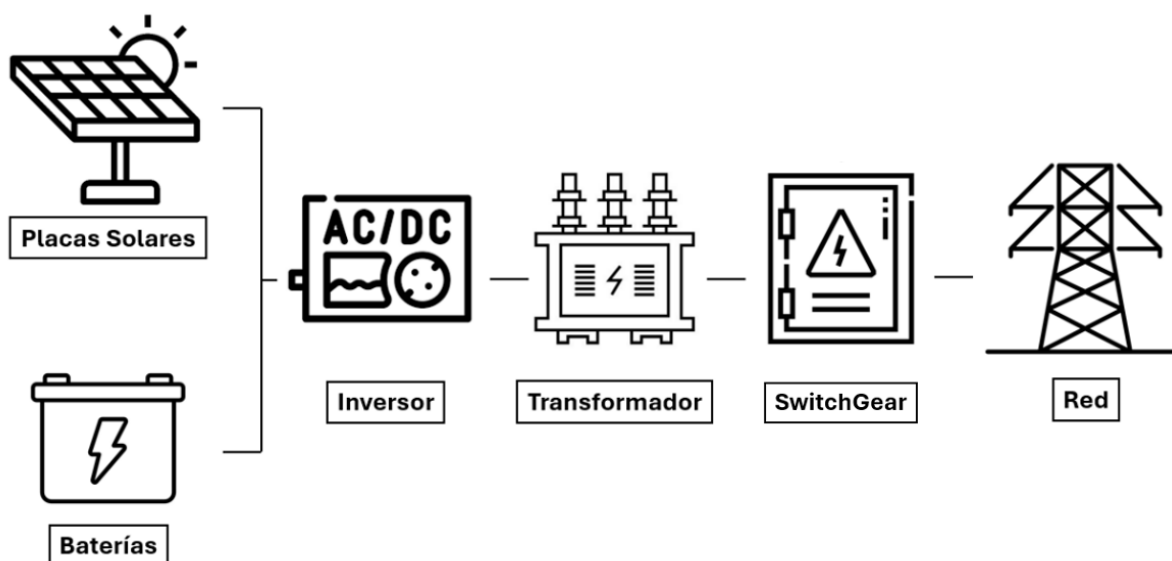


Figura 3.9: Segundo Escenario: Sistema híbrido de Placas y Baterías

La implementación de baterías en la infraestructura tiene como función el aplazamiento de la venta de la energía generada. En esencia, **las baterías actúan como un agente temporal que permite seleccionar el intervalo de 2h más óptimo para descargar las baterías durante los precios de venta más favorables**. Gracias a las baterías, se convierten 2 horas valle (precios más baratos) en 2 horas pico (precios más caros). La selección de baterías de ciclos de 2 horas se discute más adelante en el apartado 3.3. *Diseño de las características técnicas de la infraestructura del proyecto.*

Además, gracias al estudio detallado de la forma de la gráfica de precios de la electricidad, se observa la existencia de 2 picos de precios a lo largo del día: la ya mencionada franja nocturna de entre las 20h y 21h; y la franja matutina de las 8h y 9h.

Es por este motivo, que **se configura la estructura de ingresos del escenario a 2 ciclos de carga y descarga diario**:

En primer lugar, se establece un ciclo de carga de baterías directamente desde la red, adquiriendo energía del mercado durante las 4h y las 5h de la madrugada; seguido de una descarga durante el pico matinal, entre las 8h y las 9h, cuando los precios son más altos.

En segundo lugar, se realiza una carga de baterías mediante las placas solares (coste 0) durante las horas de menor precio horario, aproximadamente entre las 14h y 15h, con una posterior descarga durante el pico nocturno, entre las 20h y 21h.

Para completar la rentabilidad del proyecto, se venden directamente a la red los excedentes generados por las placas durante las horas solares en las que no se estén cargando las baterías (12h, 13h y 16h). Este último intervalo se identifica en la tabla como *Franja Resto Solar Pico*.

De esta manera, quedan divididas los *Precios de Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias* de la siguiente manera:

Franja 4am + 5am: Franja nocturna de carga de las baterías adquiriendo la electricidad de la red al precio de mercado. Ratio negativo en el cálculo del *Retorno Diario*.

Franja 8am + 9am: Franja matutina de venta de la energía cargada durante la noche. Ratio positivo en el cálculo de *Retorno Diario*.

Franja Carga Baterías: Franja de 2 horas comprendidas entre las 12h y 16h en las que las baterías vuelven a ser cargadas mediante la energía absorbida por las placas. Durante este periodo, se busca que el precio del mercado sea el menor posible para aprovechar las horas HSP de retorno ligeramente mayor durante la *Franja Resto Solar Pico*, donde sí obtenemos ingresos. No entra en el cálculo de *Retorno Diario*, ya que la carga de las baterías durante estas horas HSP resulta “gratuita”.

Franja Resto Solar Pico: Franja de horas de venta directa de la energía generada por las placas a la red. Este intervalo es de 3 horas, ya que se considera de 12h a 16h como el periodo de generación solar de las placas. Por ejemplo, si la *Franja Carga Baterías* comprendiese las 14h y 15h, la *Franja Resto Solar Pico* comprendería las 12h, 13h y 16h.

Franja 20h + 21h: Franja de descarga a la red de la energía almacenada durante las horas HSP. Ratio positivo en el cálculo de *Retorno Diario*.

Finalmente la fórmula de *Retorno Diario* quedaría:

$$\text{Retorno Diario} = F. 8am y 9am + F. Resto Solar Pico + F. 20pm y 21pm - F. 4 am y 5am$$

En este caso, el ROI se calcula dividiendo el Retorno Anual entre la suma de las Inversiones de Placas más baterías.

Primer y Segundo Escenario					
Precios Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias					
	Franja 4am+5am	Franja 8am+9am	Franja Carga Baterias	Franja Resto Solar Pico	Franja 20pm+21pm
Marzo	84.03 €/MW	134.57 €/MW	46.16 €/MW	80.17 €/MW	219.24 €/MW
Abril	48.96 €/MW	110.73 €/MW	-0.59 €/MW	4.68 €/MW	143.66 €/MW

Retorno Diario (€/MW)		
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.
Marzo	126.33 €/MW	349.95 €/MW
Abril	4.09 €/MW	210.11 €/MW

Inv. Placas	Inv. Baterias
2,640,026.40 €	1,760,722.73 €

Retorno Anual (Proyecto 10MW)		
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.
Marzo	461,109.21 €	1,277,317.50 €
Abril	14,924.85 €	766,908.80 €

Return On Investment (ROI)		
	Escenario1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.
Marzo	17.47%	27.46%
Abril	0.57%	16.49%

Figura 3.10: Análisis Económico Primer y Segundo Escenario

El análisis de este segundo rango de resultados sugiere las dos siguientes conclusiones:

En primer lugar, se observa que el retorno del Segundo Escenario, que incorpora baterías, es considerablemente superior al del Primer Escenario, basado únicamente en una infraestructura de paneles solares. La incorporación del sistema de almacenamiento permite elevar los ingresos al realizar el segundo ciclo de descarga en las franjas horarias de mayor valor (20:00 y 21:00 horas). Asimismo, este diseño ofrece un ciclo de carga y descarga adicional durante las primeras horas del día, lo que incrementa aún más la rentabilidad del sistema, ventaja imposible en un esquema compuesto exclusivamente por placas solares.

En segundo lugar, puede apreciarse que, aunque la diferencia de retornos entre ambos meses sigue siendo significativa, **los resultados obtenidos en ambos casos son favorables y se mantienen dentro de un margen realista**. Por tanto, si bien la meteorología continúa teniendo un papel determinante en los ingresos finales, no representa necesariamente un escenario catastrófico para la viabilidad del proyecto.

c) Conclusión Clave y Tercer Escenario: Sistema de Almacenamiento Puro

Del análisis detallado de la tabla de resultados del *Segundo Escenario*, se identifica un matiz clave: la franja horaria que las baterías utilizan para cargarse mediante la energía generada por las placas solares coincide con los momentos de menor precio del mercado. **Esta conclusión implica una ineficiencia en el uso de los recursos, ya que se está destinando una inversión de gran volumen a la instalación de paneles solares para cargar las baterías "gratuitamente" mediante el sol, cuando el coste de cargarlas directamente desde la red en esa misma franja horaria sería prácticamente equivalente.** En consecuencia, no se está aprovechando de forma óptima el potencial económico de la inversión en paneles solares.

Este planteamiento puede resultar llamativo, especialmente con la percepción generalizada que existe sobre la energía solar, habitualmente asociada a una inversión rentable y en constante crecimiento. Sin embargo, la realidad no es otra que un excesivo volumen de fuentes renovables en el sistema eléctrico, que ha provocado una saturación durante las horas diurnas. En estos intervalos, cuando la producción solar y eólica alcanza su máximo rendimiento, el precio de la electricidad tiende a desplomarse por el exceso de oferta. En este nuevo contexto, las placas solares pierden protagonismo, cediéndoselo a las baterías como agentes temporales para almacenar y redistribuir la energía sobrante de forma estratégica.

Esto no debe considerarse una mala noticia, sino más bien un hecho esperanzador. España se encuentra actualmente a la vanguardia de las energías renovables, habiendo logrado una transición hacia una producción energética muy mayoritariamente libre de emisiones en un tiempo récord. A continuación, se presenta un gráfico que muestra los porcentajes de producción provenientes de diversas fuentes de energía del 7 de mayo. En este gráfico, se puede observar cómo, en las horas cercanas al mediodía, el porcentaje de generación a partir de fuentes renovables alcanza casi el 70%, y la producción libre de emisiones supera el 82%, con más de la mitad de la producción nacional total proveniente de la energía solar.

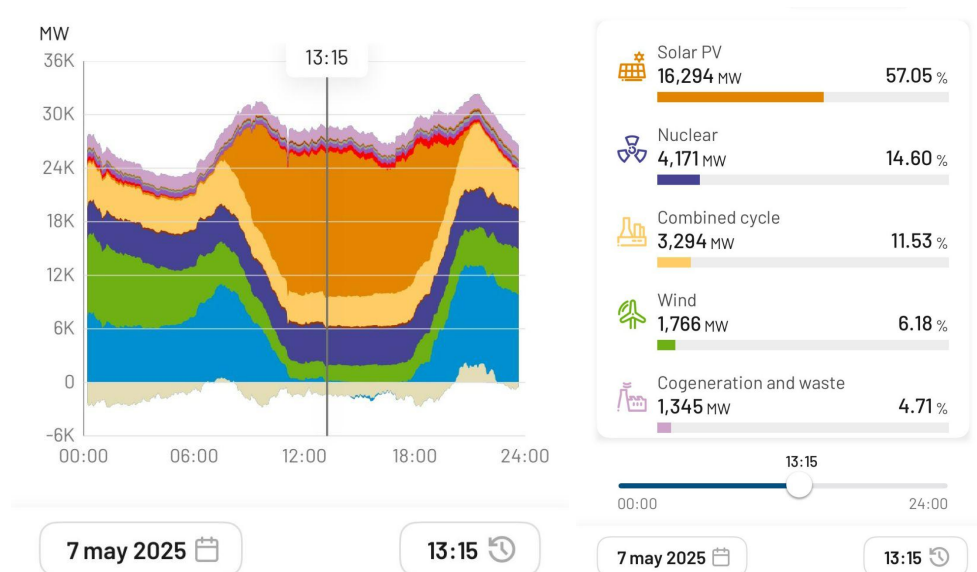


Figura 3.11: Distribución de Fuentes de Generación el miércoles 7 de mayo de 2025 a las 13:15h ⁹

Incluso el pasado 28 de abril se observó cómo este alto porcentaje de generación renovable no pudo ser gestionado adecuadamente por el sistema energético español, lo que provocó un apagón nacional total.

De esta reflexión surge la siguiente cuestión: **¿Y si se plantea el diseño del sistema únicamente con baterías, excluyendo las placas solares?**

Tercer Escenario: Sistema de Almacenamiento Puro

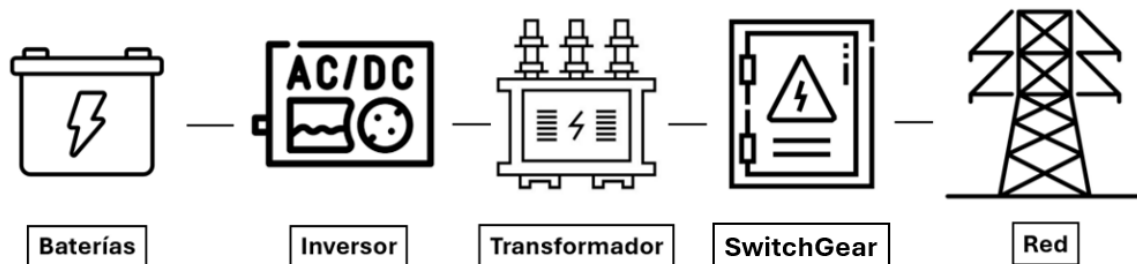


Figura 3.12: Tercer Escenario: Sistema de Almacenamiento Puro

En este último escenario, se elimina la producción solar, obteniendo rentabilidad únicamente a través de la compraventa de energía en distintas franjas horarias del día. Se identifican los precios más bajos del mercado para definir los intervalos de carga, y los más altos para establecer los periodos de descarga.

Al igual que en el *Segundo Escenario*, se establecen dos ciclos de carga diarios:

Una primera carga en la noche (4 am y 5 am) y posterior descarga en la temprana mañana (8 am y 9 am).

Una segunda carga durante las horas solares de precio prácticamente nulo (14pm y 15pm) y venta durante las horas pico nocturnas (20 pm y 21 mpm).

Siguiendo este proceso, el Retorno Diario se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Retorno Diario} = F. 8\text{am y } 9\text{am} + F. 20\text{pm y } 21\text{pm} - F. 4\text{ am y } 5\text{ am} - F. 14\text{pm y } 15\text{pm}$$

En este *Tercer Escenario*, el Retorno de la Inversión solo aplica los Costes de Inversión de Baterías.

Primer, Segundo y Tercer Escenario					
Precios Electricidad agrupados por tipos de Franjas Horarias					
	Franja 4am+5am	Franja 8am+9am	Franja Carga Baterías	Franja Resto Solar Pico	Franja 20pm+21pm
Marzo	84.03 €/MW	134.57 €/MW	46.16 €/MW	80.17 €/MW	219.24 €/MW
Abril	48.96 €/MW	110.73 €/MW	-0.59 €/MW	4.68 €/MW	143.66 €/MW

Retorno Diario (€/MW)			
	Escenario 1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías
Marzo	126.33 €/MW	349.95 €/MW	223.62 €/MW
Abril	4.09 €/MW	210.11 €/MW	206.02 €/MW

Inv. Placas	Inv. Baterías
2,640,026.40 €	1,760,722.73 €

Retorno Anual (Proyecto 20 MWh, 10 MW durante 2 horas)			
	Escenario 1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías
Marzo	461,109.21 €	1,277,317.50 €	816,208.29 €
Abril	14,924.85 €	766,908.80 €	751,983.95 €

Return On Investment (ROI)			
	Escenario 1: Placas	Esc 2: Placas + Bat.	Escenario 3: Baterías
Marzo	17.47%	29.03%	46.36%
Abril	0.57%	17.43%	42.71%

Figura 3.13: Análisis Económico Primer, Segundo y Tercer Escenario

A partir de los resultados obtenidos, se obtienen los siguientes aprendizajes que pueden considerarse como conclusiones finales de la *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto*:

En primer lugar, y más claro, los índices del ROI crecen considerablemente. Aunque el retorno diario disminuye por la eliminación de la venta directa del excedente de energía producida por las placas, la inversión se reduce a la mitad, aumentando el índice en un gran porcentaje.

En segundo lugar, el Retorno final de abril se aproxima en gran medida al Retorno de marzo, dejando de jugar un papel decisivo las condiciones meteorológicas en la inversión. A partir de ahora, esta variable únicamente va a modificar los valores absolutos de los precios, describiendo precios horarios medios superiores en meses de climatología adversa, y reduciéndolos en temporadas estables. Sin embargo, en términos relativos, la diferencia de precios entre las diferentes franjas de carga y descarga seguirán manteniendo un margen similar, lo que verdaderamente es de importancia para el proyecto. En marzo se comprará caro y se venderá caro, mientras que en abril se comprará y venderá barato, pero siempre manteniendo un margen amplio entre ambas.

En tercer lugar, es posible la implementación del LLM y la inteligencia artificial para la optimización en la selección de los intervalos horarios de los ciclos de carga y descarga. El fine-tuning del modelo con los datos históricos de precios y de radiación solar en la zona de la parcela, puede mejorar los pronósticos. De esta manera se afinan los intervalos de menor coste para la carga de baterías durante la noche y las horas diurnas de coste casi nulo; y los intervalos de venta con mayor índice de ingresos.

3.3 Diseño Técnico de la Infraestructura del Proyecto

Tras la completa *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto*, se ha optado para el diseño final del proyecto por una instalación basada exclusivamente en un sistema de almacenamiento de baterías conectadas a la red eléctrica. Esta configuración ha demostrado ser la opción más rentable, permitiendo cargar y descargar las baterías aprovechando las diferencias horarias de precio en el mercado diario.

La infraestructura completa del proyecto está formada por una serie de 7 Contenedores de Baterías + Inversor, que forman el sistema de almacenamiento, 7 Transformadores, que conectan las baterías en baja tensión con la media tensión de la red; y un Equipo de Maniobra de Media Tensión, que garantiza la operación segura del sistema.

La capacidad del proyecto es de 20 MWh, con potencia nominal de 10 MW, pudiendo completar los intervalos de carga y descarga en tiempos de 2 horas. Este es el mismo planteamiento numérico que se utilizó en la *Evaluación Preliminar de la Viabilidad del Proyecto*. El Retorno Anual se calculó multiplicando el Retorno Diario en €/MW por los 10 MW de potencia que se aplican durante cada franja de 1 hora del mercado y por los 365 días del año.

Detalles Proyecto BESS	
Potencia (MW)	10
Capacidad (MWh)	20
Duración Ciclos (hours)	2
Vida Útil (años)	20

Figura 3.14: Detalles del Proyecto de Almacenamiento

Se ha seleccionado un modelo de baterías con una potencia nominal de 1,5 MW y una capacidad de 3 MWh, que se carga en un intervalo de 2 horas, tal y como se predefinió en la *Evaluación Preliminar de la Viabilidad del Proyecto*. La elección de una batería de 2 horas, en lugar de una de 3 o 4 horas, responde a la necesidad de optimizar los precios de compra y venta, ya que los intervalos de carga y descarga más cortos resultan ser más ventajosos.

Este razonamiento puede entenderse idealizando el proceso: si existiera una batería con tiempos de carga y descarga ideales, de 1 segundo, la situación más óptima sería comprar en el segundo exacto del día en el que el precio fuera el más bajo y vender en el instante de precio máximo, concentrando los 20 MWh de capacidad en esos picos. Sin embargo, como no existe esta batería ideal, acercarse a esos picos de precio lo máximo posible en términos de tiempo resulta lo más beneficioso.

De esta forma, con una batería de 2 horas, se abarca un rango de precios más cercano a los máximos y mínimos que con baterías de 3 o 4 horas, que, al prolongarse durante más tiempo, acaban operando en intervalos con precios menos favorables.

La instalación presentaría el siguiente esquema:

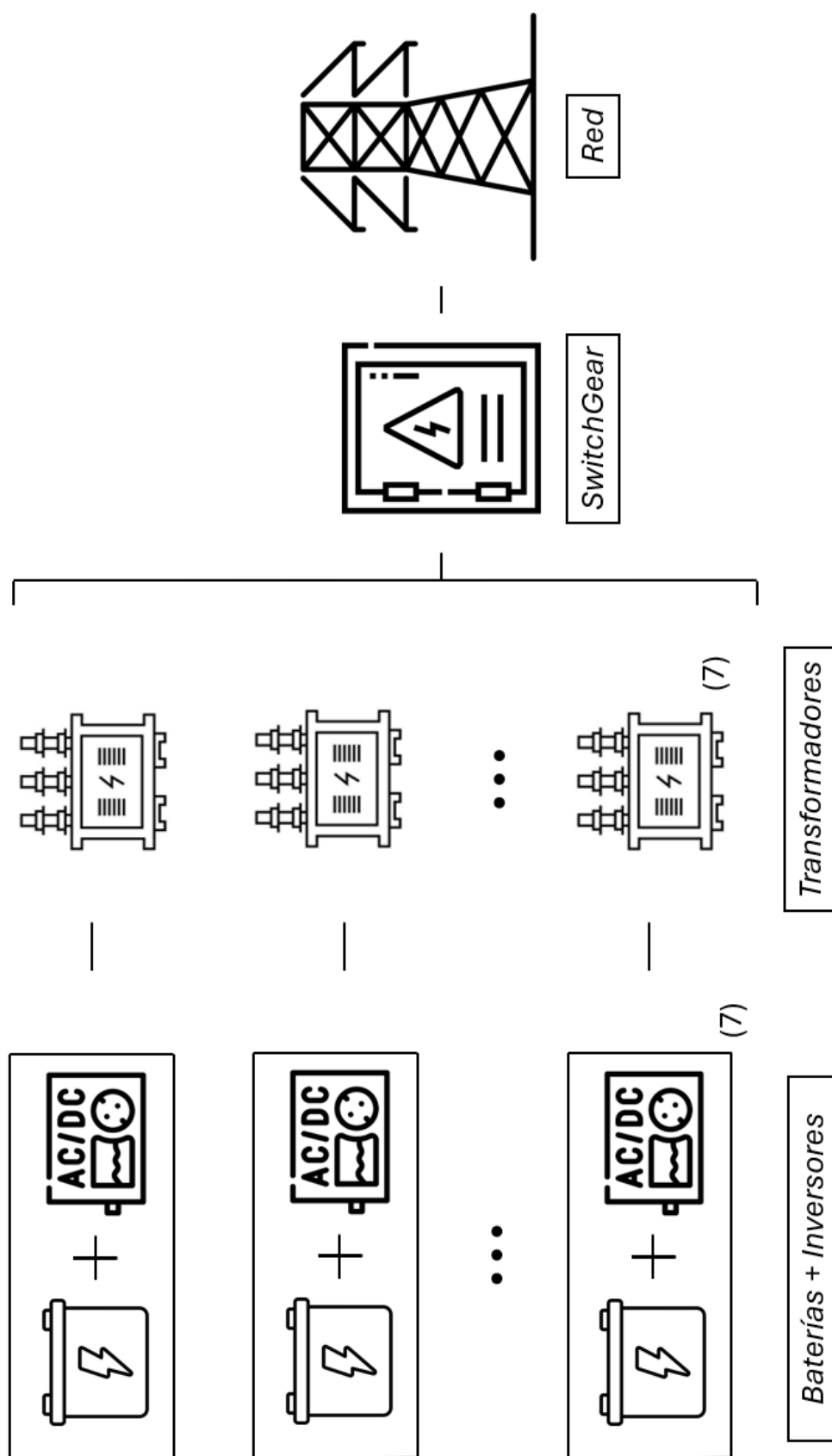


Figura 3.15: Esquema Final del Diseño técnico de la Infraestructura del Proyecto

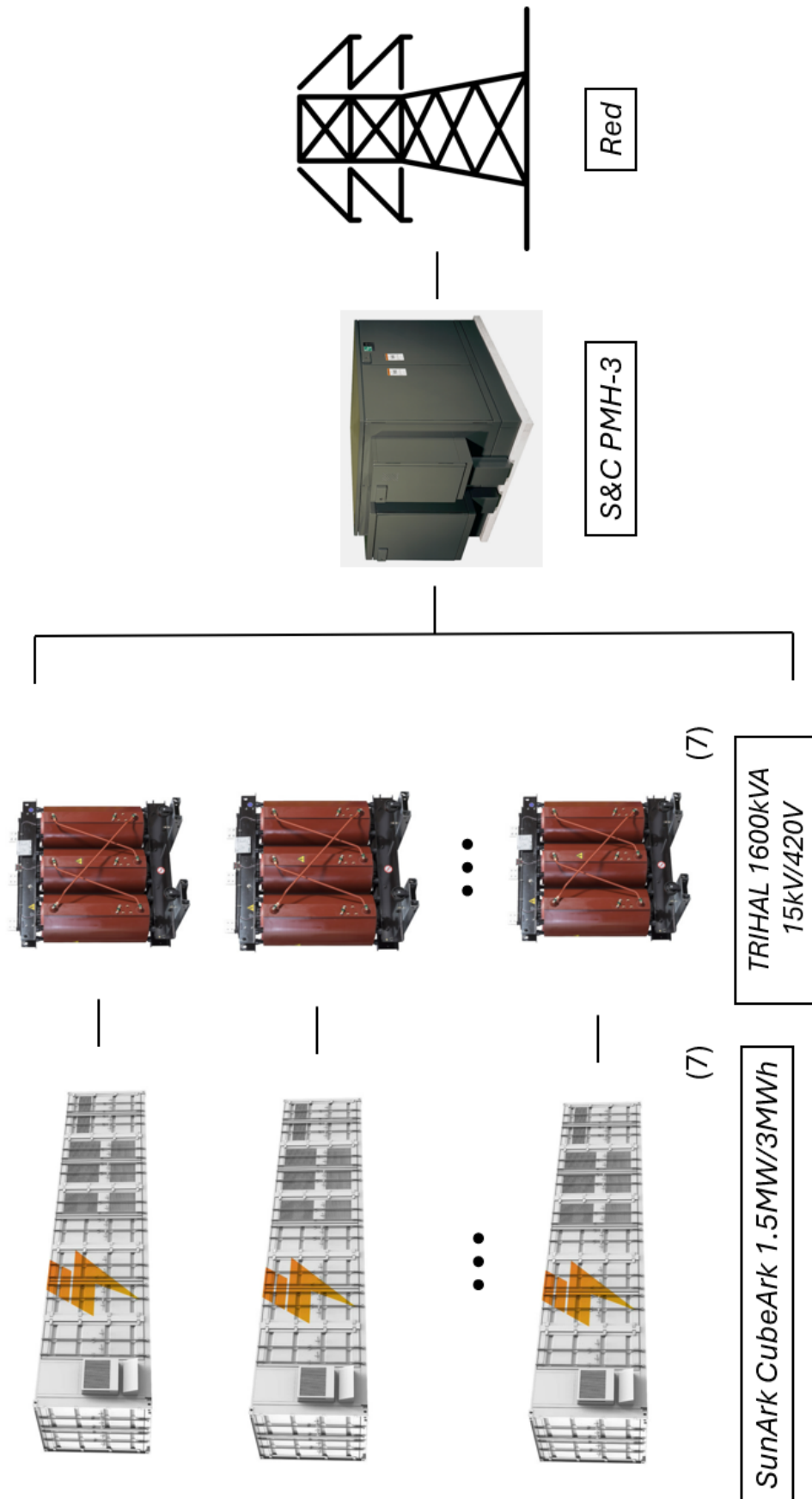


Figura 3.16: Esquema Final del Diseño técnico de la Infraestructura del Proyecto con modelos

3.3.1. Contenedores de Baterías + Inversor

Las baterías constituyen el componente principal de la infraestructura del proyecto. Tal y como se detalló en la *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto*, las baterías se cargarán exclusivamente con energía proveniente de la red, aprovechando los intervalos de menor precio, y se descargarán durante los periodos de mayor demanda. **Dada la capacidad y potencia del proyecto, se ha optado por utilizar un sistema de almacenamiento en formato contenedor** de la marca SunArk Power, una solución común en instalaciones de gran escala por su diseño compacto y eficiencia operativa.



Figura 3.17: Modelo CubeArk 1.5MW/3MWh de SunArk Power ¹¹

El CubeArk 1.5MW/3MWh de SunArk Power es un sistema de almacenamiento energético para proyectos de utility scale, diseñado en formato contenedor para facilitar su integración en instalaciones de gran escala conectadas a la red. Este sistema alberga en su interior baterías de litio LFP (LiFePO_4), organizadas en módulos estructurales que permiten alcanzar la capacidad nominal especificada. Este concepto de contenedores integrados representa una de las soluciones más innovadoras y recientes del mercado, y actualmente constituye el estándar más utilizado en grandes instalaciones de almacenamiento energético.

Este producto integra en su interior un inversor bidireccional, lo que elimina la necesidad de incorporarlo como componente externo en la infraestructura. Asimismo, alberga todos los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema, incluyendo sistemas de refrigeración, protección contra incendios y sistemas de gestión de baterías (BMS). Su diseño tipo "plug-and-play" permite una instalación más ágil y segura, contribuyendo a la reducción de costes asociados a la ingeniería y al montaje en campo.

El resto de características técnicas pueden ser encontradas en el catálogo del producto adjuntado en el apartado de Referencias Bibliográficas del documento ¹¹.

¹¹ SUNA25

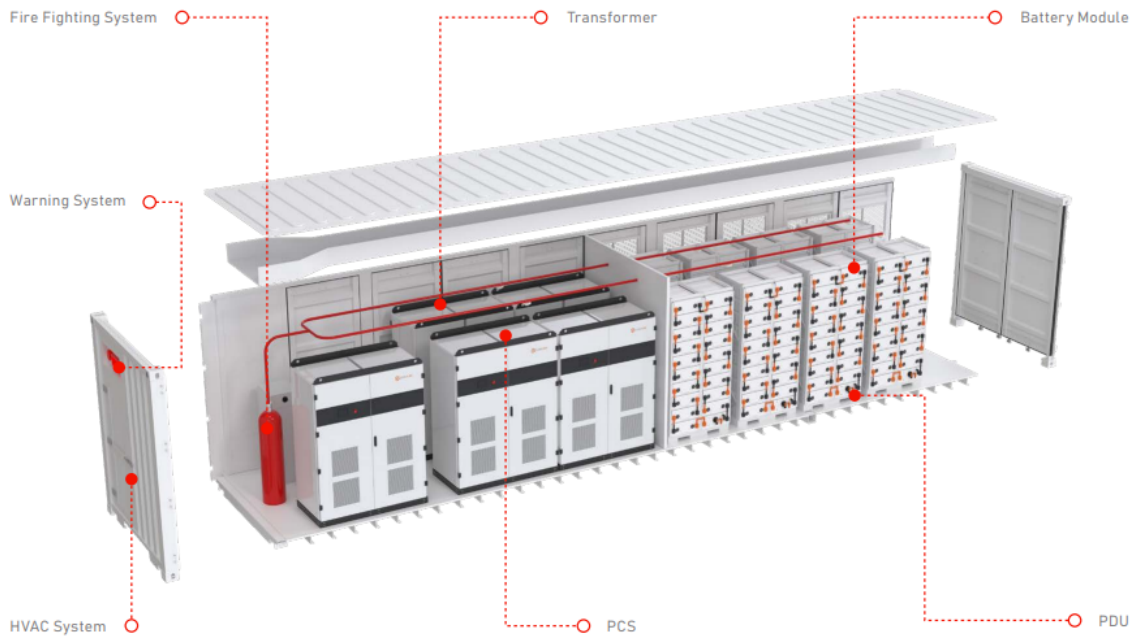


Figura 3.18: Componentes Internos del CubeArk 1.5MW/3MWh de SunArk Power ¹¹

Dado que el proyecto utiliza una capacidad total de 20 MWh y se ha seleccionado un modelo de contenedor con 3 MWh por unidad, se requieren 7 unidades del sistema CubeArk para alcanzar la capacidad de diseño prevista.

En términos de inversión, el precio unitario de cada CubeArk es de \$276.685 por compras entre 5 y 19 unidades, rango correspondiente a las 7 unidades necesarias. Aplicando un cambio de divisa de 1€ = 1,10\$, **el precio total del sistema de almacenamiento del proyecto es de: 1.760.722,73 €**. Debido a la dificultad de obtener presupuestos para este tipo de productos sin ser una empresa del sector con capacidad para contactar directamente con el proveedor, el precio ha sido obtenido a través de una plataforma de Marketplace B2B (Business to Business).

Cantidad de Unidades	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1-4 Pieces	US\$297,428.00	US\$1,189,712.00
5-19 Pieces	US\$276,685.00	US\$1,380,082.50
20+ Pieces	US\$245,942.00	US\$4,918,840.00

Product Details

Customization:	Available
Container Size:	12,192*2,438*2,896mm
Weight:	2140-2270kg

[Contact Supplier](#) [Chat](#)

Figura 3.19: Cuota CubeArk 1.5MW/3MWh de la plataforma de Marketplace B2B Made-in-China ¹²

¹¹ SUNA25

¹² MADE25

3.3.2. Transformadores

El transformador es el componente encargado de modificar la tensión de la corriente eléctrica que circula por la instalación, adaptándola a los rangos de operación de los diferentes componentes. En este caso, el transformador actúa como enlace entre la red de distribución que opera a 25 KV en media tensión y las baterías que operan en baja tensión a 420 V.



Figura 3.20: Modelo TRIHAL 1600kVA 25kV/420V de Schneider Electric ¹³

TRIAL 1600kVA 25kV/420V 36kV IP00 TIER2 de la marca Schneider Electric es un transformador trifásico de tipo seco. Este modelo cuenta con una potencia nominal de 1600 kVA, una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 420 V, con un nivel de aislamiento de hasta 36 kV.

Del mismo modo que con las baterías, dado que el proyecto cuenta con una capacidad total de 20 MWh y una potencia nominal de 10 MW, se ha optado por la instalación de siete transformadores independientes de 1600 kVA, asignando uno a cada batería.

Se valoró inicialmente la posibilidad de utilizar un único transformador que recibiese toda la potencia de salida del sistema, pero al requerirse una capacidad superior a 10 MW, las opciones comerciales disponibles resultaban escasas. También se consideró una solución intermedia, empleando transformadores de mayor capacidad, como los de 3 MW. No obstante, al tratarse de un número primo de 7 baterías, no era posible una división equitativa sin recurrir a transformadores de diferentes potencias, lo que incrementaba la complejidad del diseño del proyecto. Por todo ello, la decisión final ha sido la elección de un transformador independiente de 1600 kVA para cada batería.

En términos económicos, el precio de este transformador es de 84.370 €, adquiriéndolo a través de la página oficial de Schneider. Al necesitar siete unidades del mismo, **la inversión total para los transformadores ascendería a los 590.590 €.**

Tanto el resto de características técnicas como el precio del producto pueden ser encontrados en los catálogos del producto adjuntados en el apartado de Referencias Bibliográficas ¹³.

¹³ SCHN18

3.3.3. Equipo de Maniobra de Media Tensión (Switchgear)

El equipo de maniobra de media tensión tiene como función principal la desconexión inmediata y protección de circuitos eléctricos en sistemas de media tensión, garantizando la operación segura del sistema. Esta capacidad es esencial, ya que la infraestructura del proyecto incluye sistemas de almacenamiento con baterías de alta sensibilidad, lo que hace que la implementación de este componente como medida de seguridad sea crucial para garantizar una fiabilidad operativa óptima.

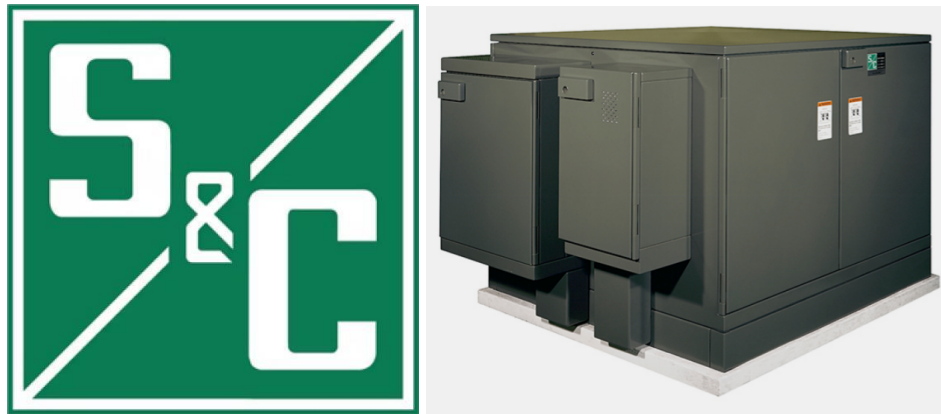


Figura 3.21: Modelo PMH-3 de S&C ¹⁴

El PMH-3 de S&C, es un equipo de maniobra de media tensión instalado en pedestal (pad-mounted switchgear), utilizado comúnmente en instalaciones de generación conectadas a la red. Este modelo presenta un diseño robusto y versátil que permite integrar interruptores tripolares Mini-Rupter y fusibles Uni-Rupter, con capacidad de cierre de falla de hasta 22.400 A en 14,4 kV.

Se ha optado por el uso del modelo PMH-3 de 14,4 kV de tensión nominal y 25 kV de tensión máxima. Estas especificaciones se acoplan perfectamente a los parámetros requeridos de funcionamiento en este punto de la línea. El resto de características técnicas pueden encontrarse en el catálogo del producto adjuntado en el apartado de Referencias Bibliográficas del documento ¹⁴.

¹⁴ S&C_24

En términos de inversión, el precio de este equipo de maniobra de media tensión PMH-3 de S&C es de \$25.040. Aplicando un cambio de divisa de 1€ = 1,10\$, **el precio del componente es de: 22.763,64 €.**

1	S&C PMH-3 25 kV PAD MOUNTED GEAR CAT# 55233R3-K8-S109-VOLTS: 25000 AMPERES: 600 PAD-MOUNTED GEAR – OUTDOOR PRIMARY DISTRIBUTION – MANUAL MODEL PMH-3 WITH SPECIAL FEATURES K8-12 INCH NONCOMPARTMENTED CARBON STEEL BASE SPACER **** LEAD TIME 58-60 WEEKS ****	\$25,040.00	\$25,040.00
---	--	-------------	-------------

Figura 3.22: Cuota PMH-3 de S&C ¹⁴

¹⁴ S&C_24

3.4 Desarrollo de Modelos de Pronóstico de Precios

Para la *Evaluación Preliminar Económica de la Viabilidad del Proyecto* se han utilizado datos históricos del mercado eléctrico, obtenidos a través del OMIE. No obstante, aunque estos valores podrían emplearse también en el desarrollo del modelo financiero, hay que destacar que al tratarse de un proyecto de inversión, es imprescindible basarse en estimaciones futuras y no en datos pasados, cuya interpretación siempre resulta más sencilla una vez conocidos. Por ello, es necesario elaborar un pronóstico futuro del mercado eléctrico español, que sirva como base sólida sobre la que construir el modelo financiero del proyecto.

A la hora de desarrollar este análisis económico futuro, una de las principales dificultades que surge es la correcta estimación de los ingresos. En el caso de estudio de este TFG, estos ingresos dependen directamente de la evolución del precio de la electricidad en el mercado mayorista. La obtención de pronósticos fiables sobre precios horarios a medio y largo plazo representa una tarea especialmente compleja. **Este tipo de previsiones no suele estar disponible de forma detallada públicamente**, dado que su elaboración exige el uso de modelos matemáticos avanzados y una alta capacidad de análisis de variables para lograr un alto nivel de precisión. La importancia de estas estimaciones se puede ver reflejada en cómo muchas compañías energéticas de gran escala cuentan con departamentos específicos dedicados exclusivamente al desarrollo de este tipo de previsiones.

Por otro lado, **la necesidad de obtener datos horarios específicos para cada día del mes** eleva considerablemente la complejidad del proceso, ya que impide utilizar promedios mensuales, más accesibles en fuentes públicas online.

Por estos dos motivos, se ha optado por el desarrollo de dos humildes modelos de pronósticos de precios propios. El primero de ellos se ha obtenido mediante un método estadístico ARIMA utilizando el software de SAS. El segundo, se ha construido mediante el fine-tuning del LLM de la inteligencia artificial LLaMA de Meta.

Se ha decidido desarrollar de forma paralela dos modelos de pronóstico, con el objetivo de utilizar los resultados del modelo estadístico como referencia para evaluar las potenciales mejoras introducidas por el modelo basado en LLM. Para poder demostrar con certeza que una nueva metodología ofrece ventajas reales, resulta imprescindible compararlo con un escenario de referencia que permita valorar si verdaderamente se han obtenido avances. En este caso, el modelo estadístico se emplea como base para los contrastes. Los detalles de configuración y resultados obtenidos a partir de cada uno de ellos se detallan en los apartados siguientes.

Estos dos pronósticos se han realizado a corto plazo, abarcando los próximos tres meses: mayo, junio y julio de 2025. La elección de predecir a tan corto plazo responde a una cuestión de limitación de conocimientos y herramientas. Al intentar realizar predicciones a más largo plazo, la incertidumbre aumentaba de manera significativa, excediendo el margen de fiabilidad asumible y disparando la incertidumbre, lo que impedía su desarrollo.

3.4.1. Modelo Estadístico ARIMA

Gracias a la colaboración de Anxo Panero Blanco, estudiante del Grado en Ciencia de Datos en la Universidad Complutense de Madrid, y compañero del autor del TFG del Colegio Mayor Antonio de Nebrija se ha podido realizar este pronóstico estadístico. Desde aquí agradecer su altruista ayuda que ha sido indispensable en el desarrollo de este modelo.

Para la elaboración de este modelo se ha utilizado el software estadístico SAS, de gran potencia y ampliamente reconocido en el ámbito del análisis de series temporales. En concreto, se ha ajustado un modelo ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), técnica clásica para la predicción de series temporales con comportamiento estacional y dependencias temporales. Para entrenar el modelo se han utilizado los 19.009 valores de precios horarios comprendidos entre marzo de 2023 y abril de 2025. Los datos, al igual que para el resto del Trabajo, han sido obtenidos del Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE). Además, se ha realizado un correcto preprocesamiento de los datos para pasar de valores en formato tabla de cada mes, a un formato largo de todos los datos en una sola columna, esto sí comprensible por el software.

Del mismo modo, se ha evitado la inclusión de datos correspondientes a los años 2022 e inicios de 2023, ya que estos se encuentran distorsionados por los efectos de la crisis energética y los conflictos geopolíticos derivados de la guerra en Ucrania.

Tras la introducción de los datos en el sistema se ha procedido a ajustar los parámetros de estacionalidad y tendencia del modelo. Se realizaron diferentes simulaciones modificando los parámetros escogiendo finalmente el modelo de menor error.

```
proc arima data=series.ochoa ;  
  identify var=Precio(24);  
  estimate p={1 2 4} q={24} OUTEST=EST OUTMODEL=MODELO OUTSTAT=AJUSTE PLOT;  
  FORECAST LEAD=2160 ID=hora INTERVAL=hour OUT=PREDICCIONES PRINTALL;  
run;
```

Figura 3.23: Modelo Ajustado

Finalmente, el resultado obtenido de este proceso de modelado ha sido una matriz de 2.160 valores horarios previstos, distribuidos a lo largo de los 90 días correspondientes al periodo predecido, mayo, junio y julio de 2025. Estos datos constituyen la base sobre la que se calcularán los ingresos potenciales del sistema de baterías, permitiendo determinar a qué precio puede comprarse la energía (en horas valle) y a cuánto puede venderse posteriormente (en horas pico).

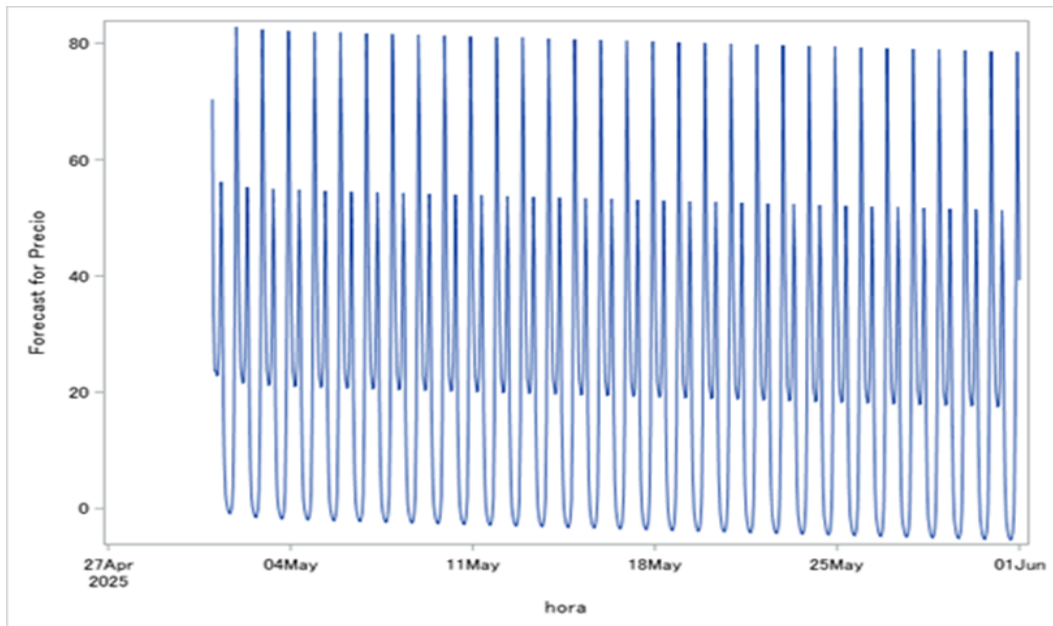


Figura 3.24: Pronóstico Precios Mayo 2025

Se incorporan en el *Anexo D*, tanto los datos empleados en el entrenamiento como los valores predichos por el modelo, con el objetivo de proporcionar una referencia del formato bruto de los datos utilizados en el proceso. Por la magnitud y extensión de los datos, únicamente se incluyen los valores del último mes de entrenamiento, abril de 2025, y los valores del primer mes de predicciones, mayo de 2025. La columna denominada *Precios* recoge los valores históricos del mercado eléctrico procedentes de la base de datos de OMIE. Por su parte, la columna *Forecast* contiene los valores estimados por el modelo entrenado. En último lugar, la columna *Residual* corresponde al error de los datos obtenidos por el modelo con los valores comparables reales históricos.

A partir de los resultados obtenidos del forecast del modelo estadístico, se han sumado y agrupado todos valores correspondientes a las franjas horarias significativas de cada mes en una tabla resumen que se muestra a continuación. **Estos valores son los que se utilizarán para los cálculos financieros finales** que se detallan en el apartado 4.2 *Elaboración del Modelo Financiero - Comparación de los Modelos de Pronóstico*.

El valor *Ingresos al mes* se obtiene con la fórmula:

$$\text{Ingresos mes} = \text{Venta 8am} + \text{Venta 22h} - \text{Compra 4am} - \text{Compra 15h}$$

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1216.17	939.88	731.61
Venta 8am y 9am (€)	2999.72	2666.84	2516.13
Compra 15h y 16h (€)	-208.20	-256.73	-287.90
Venta 22h y 23h (€)	4533.67	4152.77	4051.59
Ingresos al mes (€/MW)	6,525.41 €	6,136.46 €	6,124.01 €

Figura 3.25: Pronóstico de Ingresos Modelo Estadístico ARIMA

3.4.2. Modelo LLaMA

Los pronósticos obtenidos mediante el método LLM son resultado del fine-tuning del modelo LLaMA de Meta. Como se explicó en el apartado 2.3. *Criterios de selección del Modelo de Lenguaje de Gran Tamaño LLM*, el fine-tuning es un proceso de ajuste personalizado de un modelo de inteligencia artificial estándar. Este sobreentrenamiento consiste en continuar su entrenamiento con un conjunto de datos específico para adaptarlo a una tarea concreta, mejorando así su rendimiento en aplicaciones específicas.

En este caso, el LLM se entrenó con datos horarios históricos del mercado eléctrico correspondientes a los últimos años, utilizando el mismo rango de valores con el que se entrenó el modelo estadístico, además de registros horarios de radiación solar, usando como fuente la AEMET. Al incorporar datos específicos sobre la tarea a realizar, el modelo ajustado ofrece un rendimiento superior al que tendría si simplemente se emplearan los datos estándar con los que cuenta el LLM inicialmente. Una vez entrenado, el modelo puede ser utilizado en formato ChatBot, permitiendo la interacción para solicitar pronósticos de precios. Los resultados obtenidos con este método se presentan al final de este apartado.

Para llevar a cabo el fine-tuning del modelo LLaMA, se ha utilizado la herramienta Unsloth¹⁵, una biblioteca optimizada para el sobreentrenamiento eficiente de modelos de lenguaje de gran tamaño. Unsloth permite realizar ajustes personalizados en LLMs con un consumo reducido de memoria y mayor velocidad de entrenamiento, lo cual resulta especialmente útil en entornos con recursos limitados o en proyectos que requieren múltiples iteraciones. Además, Unsloth facilita al usuario una serie de tutoriales detallados que explican cada una de las secciones del código, ofreciendo posibles modificaciones y configuraciones personalizables.

El código empleado para el entrenamiento del modelo, puede estructurarse en las siguientes secciones según su función en el proceso de fine-tuning:

1. Definición de Parámetros

En esta fase inicial, el código permite establecer una serie de parámetros que condicionarán el comportamiento del modelo durante el entrenamiento. Entre estos parámetros se incluyen la cantidad de memoria que se asignará al proceso, el número de iteraciones ejecutadas durante el entrenamiento, y el número de adaptadores LoRa que se activarán para ajustar los pesos del modelo base. Estos parámetros son configurables en función de los recursos disponibles y del nivel de ajuste deseado, aunque en el caso del proyecto se dejarán por defecto según recomiendan los desarrolladores de Unsloth.

¹⁵ UNSL25

2. Introducción de los Datos de Entrenamiento

La calidad del entrenamiento está directamente relacionada con los datos suministrados al modelo. En este caso, se introducirán archivos en formato CSV con matrices de los precios del mercado eléctrico español por hora, extraídos del OMIE, además de registros horarios de radiación solar, usando como fuente la AEMET. Estos datos representan dos variables clave en la optimización energética del sistema. El modelo LLM, mediante su infraestructura interna, se encarga automáticamente de adaptar estos datos al formato y sintaxis necesarios para su comprensión y procesamiento. Esta conversión automática reduce en gran medida el tiempo invertido en la introducción de datos, sirviendo como gran ventaja para el usuario.

3. Entrenamiento del Modelo (fine-tuning)

Una vez configurados los parámetros e introducidos los datos, se inicia el proceso de fine-tuning. En esta etapa, el modelo LLM comienza a iterar sobre el conjunto de datos suministrado, ajustando progresivamente sus pesos internos mediante retropropagación y algoritmos de optimización. Este proceso permite que el modelo desarrolle una mayor capacidad para generar predicciones en el comportamiento de precios del mercado eléctrico. El fine-tuning es esencial para personalizar el rendimiento del modelo, ya que adapta el modelo general de LLaMa a una aplicación concreta y localizada.

4. Ejecución del Modelo

Tras completar el entrenamiento, el modelo es sometido a una prueba de ejecución automática con el fin de comprobar que su funcionamiento es operativo. Esta simulación inicial no pretende evaluar la calidad del aprendizaje alcanzado, sino verificar que el proceso técnico ha concluido sin errores y que el modelo es capaz de realizar inferencias a partir de datos de entrada. La calidad o precisión del modelo dependerá posteriormente de factores como el volumen y precisión de los datos de entrenamiento, además del ajuste de los parámetros establecidos en la fase inicial.

5. Guardado y Exportación del Modelo

Finalizado el entrenamiento y validado su correcto funcionamiento básico, el modelo se guarda como una nueva versión de LLM, ya ajustada al dominio energético específico del proyecto. Este modelo puede ser almacenado en el mismo entorno donde se llevó a cabo el entrenamiento (ya sea en local o en la nube) o exportado como archivo externo en diferentes formatos, tales como .bin, .pt o .gguf. Esta versatilidad facilita su integración en otros sistemas o su reutilización en nuevas simulaciones.

Se incorpora en el *Anexo B*, el código completo utilizado para el entrenamiento. Las secciones de su estructura descritas en este apartado pueden identificarse en el mismo.

A partir de los resultados obtenidos tras el fine-tuning del modelo LLM, se han sumado y agrupado todos valores correspondientes a las franjas horarias significativas de cada mes en una tabla resumen que se muestra a continuación. **Estos valores son los que se utilizarán para los cálculos financieros finales** que se detallan en el apartado 4.2 *Elaboración del Modelo Financiero - Comparación de los Modelos de Pronóstico*.

Los valores brutos de pronóstico de precios obtenidos del LLM pueden encontrarse en el *Anexo C* del documento.

El valor *Ingresos al mes* se obtiene con la fórmula:

$$\text{Ingresos mes} = \text{Venta 8am} + \text{Venta 22h} - \text{Compra 4am} - \text{Compra 15h}$$

Franja Horaria	Mayo	Junio	Julio
Compra 4am y 5am (€)	1248.59	1184.46	1383.51
Venta 8am y 9am (€)	3263.83	3122.08	3132.06
Compra 15h y 16h (€)	-317.91	-316.35	-147.30
Venta 22h y 23h (€)	4545.71	4380.37	4155.35
Ingresos al mes (€/MW)	6,878.86 €	6,634.33 €	6,051.20 €

Figura 3.26: Pronóstico de Ingresos Modelo LLaMA

Capítulo 4 - Análisis de Resultados - Desarrollo del Modelo Financiero y Estudio Económico

4.1 Estimación Inicial de Costes

En este apartado se presenta la estimación de los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto, incluyendo tanto los costes de capital y operativos como los administrativos y financieros. Aunque los valores mostrados no son completamente exactos, permiten obtener una aproximación realista de la inversión necesaria y forman una base sólida para evaluar la rentabilidad del proyecto. Posteriormente a la tabla, se detallan las características de cada uno de estos costes.

COSTES DE INVERSIÓN	
CapEx	Coste
Sistema de Baterías	1,760,722.73 €
Transformadores MT/BT	590,590.00 €
Equipo de maniobra de media tensión (Switchgear)	22,763.64 €
EMS, PCI y Climat. (no aplica, integrado en sist. Baterías)	0 €
Obra civil (cimentaciones, vallado, cableado eléctrico,...)	50,000.00 €
Total Capex	2424,076.37 €
OpEx	
Alquiler Parcela (1 ha.) (2.500 €/año)	50,000.00 €
Mantenimiento (3.500 €/año)	70,000.00 €
Seguros (4.000 €/año)	80,000.00 €
Total OpEx	200,000.00 €
Costes Regulatorios y Administrativos	
Proyecto Ingeniería	20,000.00 €
Tasas de Conexión y Licencias (ambiental, municipales, ...)	15,000.00 €
Garantías Económicas (recuperable, aval requerido por REE)	20,000.00 €
Total Costes Regulatorios y Administrativos	55,000.00 €
Otros Costes	
Posibles Costes Financiación	65,000.00 €
Total Otros Costes	65,000.00 €
Coste Total del Proyecto	2,744,076.37 €

Figura 4.1: Estimación de Costes del Modelo Financiero

1. CapEx (Inversión inicial en equipamiento)

El CapEx (Costes de Capital), recoge la inversión inicial necesaria para adquirir e instalar los equipos eléctricos y de almacenamiento que conforman la infraestructura física del proyecto. El sistema de baterías representa el componente principal, encargado del almacenamiento de energía y la gestión de los ciclos de carga y descarga. Los transformadores de media y baja tensión permiten la adaptación del nivel de voltaje entre la red eléctrica (25 kV) y los equipos internos que operan en baja tensión (400 V). El switchgear de media tensión garantiza una conexión segura, incorporando mecanismos de protección y desconexión. La obra civil también se incluye en este apartado y tiene un coste reducido al tratarse de un proyecto de dimensiones físicas pequeñas. Finalmente, el sistema de gestión energética (EMS), la protección contra incendios y la climatización tienen un coste de 0 € al encontrarse incorporados en los contenedores de baterías.

2. OpEx (Gastos operativos)

Son los gastos recurrentes para operar y mantener un sistema o instalación. A diferencia del CapEx, el OpEx no genera activos, sino que se asocia a la actividad continua del proyecto.

El alquiler de la parcela, corresponde al arrendamiento de un terreno de 1 hectárea próximo a la subestación correspondiente. No se necesita una extensión mayor, al tratarse de un proyecto de almacenamiento puro. Únicamente hay que ubicar los 7 contenedores de baterías, de 12 metros de largo por 2 de ancho, con sus respectivos transformadores, además del equipo de maniobra. El mantenimiento y seguros son reducidos al tratarse de una infraestructura sencilla.

Estos costes no se ejecutan al inicio del proyecto como el resto de partidas, sino que se distribuyen a lo largo de los 20 años de vida a razón de 10.000 € al año, como podrá comprobarse en el Modelo de Flujo de Caja del siguiente apartado.

3. Costes Regulatorios y Administrativos

Agrupar los costes derivados de la tramitación técnica, legal y comercial del proyecto. El proyecto de ingeniería es el documento técnico necesario para la justificación y diseño de la instalación. Las tasas de conexión y licencias permiten solicitar la interconexión con la red eléctrica, además de asegurar el cumplimiento de posibles requerimientos medioambientales o municipales. Las garantías económicas representan avales exigidos por Red Eléctrica Española como compromiso de ejecución.

4. Otros Costes Asociados

Este bloque incluye partidas adicionales necesarias para la viabilidad económica del proyecto. Los costes financieros hacen referencia a los intereses, comisiones y gastos derivados de la financiación externa que se pueda llegar a emplear para cubrir la inversión inicial.

4.2 Elaboración del Modelo Financiero - Comparación de los Modelos de Pronóstico

En este apartado se presenta el modelo financiero final del proyecto, en el que se integran todas las secciones expuestas durante el TFG. El objetivo de este resumen final es hacer una comparación entre los pronósticos de precios obtenidos a través del modelo estadístico ARIMA y del fine-tuning del LLM de LLaMA. De esta manera, se podrán reflejar las mejoras que introduce un modelo sobre el otro.

MODELO FINANCIERO		
Concepto	Modelo SAS	Modelo IA
Datos Mayo		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	1,216.17 €	1,248.59 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,999.72 €	3,263.83 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-208.20 €	-317.91 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,533.67 €	4,545.71 €
Ingresos Totales Mayo (€/MW)	6,525.41 €	6,878.86 €
Datos Junio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	939.88 €	1,184.46 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,666.84 €	3,122.08 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-256.73 €	-316.35 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,152.77 €	4,380.37 €
Ingresos Totales Junio (€/MW)	6,136.46 €	6,634.33 €
Datos Julio		
Compra Total 4am y 5 am (€/MW)	731.61 €	1,383.51 €
Venta Total 8am y 9 am (€/MW)	2,516.13 €	3,132.06 €
Compra Total 15h y 16h (€/MW)	-287.90 €	-147.30 €
Venta Total 22h y 23h (€/MW)	4,051.59 €	4,155.35 €
Ingresos Totales Julio (€/MW)	6,124.01 €	6,051.20 €
Datos Totales		
Ingresos Trimestrales (€/MW)	18,785.88 €	19,564.40 €
Ingresos Extrapolado Anual (€/MW)	75,143.53 €	78,257.58 €
Ingresos Extrapol. Anual Proy. Compl. (10 MW)	751,435.31 €	782,575.82 €
Coste Total del Proyecto (apartado 4.1.)	2,744,076.37 €	
Return On Investment (ROI)	27%	29%
Periodo de Retorno (años)	3.65	3.51

Figura 4.2: Modelo Financiero del Proyecto

Los tres primeros apartados recopilan nuevamente los ingresos estimados a partir del modelo estadístico y del modelo LLM. Aunque estos datos ya se presentaron previamente, se incluyen aquí de nuevo con el fin de facilitar una comparación directa mes a mes entre los pronósticos de ambos modelos, permitiendo así resaltar de forma más clara las diferencias existentes.

En el apartado *Datos Totales* comienzan a reflejarse los resultados finales del proyecto. Los ingresos trimestrales corresponden a la suma de los ingresos obtenidos en los meses de mayo, junio y julio. Por su parte, la sección *Ingresos Extrapolados Anuales* representa una estimación de los ingresos potenciales si el rendimiento observado durante el trimestre analizado se mantuviese constante a lo largo de un año completo.

Tal como se explicó en el apartado 3.4 *Desarrollo de Modelos de Pronóstico de Precios*, la intención inicial era generar una predicción completa de precios a un año vista. Sin embargo, debido a la falta de herramientas y conocimientos necesarios para elaborar estimaciones fiables a tan largo plazo, se optó por realizar un pronóstico del trimestre posterior al periodo disponible, asumiendo que los resultados obtenidos serían similares para el resto del año. Por este motivo, el valor *Ingresos Extrapolado Anual* se calcula simplemente como los *Ingresos Trimestrales* multiplicado por cuatro.

Hasta este punto, todos los ingresos se han expresado en €/MW, al tratarse de valores generalizados que permiten su adaptación a proyectos de cualquier escala. Sin embargo, en la sección *Ingresos Extrapolados Anuales del Proyecto Completo*, estas cifras se ajustan a la capacidad concreta del sistema analizado, cuya potencia nominal es de 10 MW.

Conviene recordar que el sistema de almacenamiento diseñado tiene una capacidad total de 20 MWh diseñado con ciclos de carga y descarga de 2 horas. Esto implica que el sistema puede operar a una potencia constante de 10 MW durante dos horas consecutivas. Por este motivo, en los cálculos económicos se toma como valor de operaciones una potencia nominal de 10 MW, ya que es la desempeñada en cada hora operativa individual.

En este modelo financiero no se ha considerado la degradación de las baterías, dado que el Periodo de Retorno de la inversión es de 3 años, intervalo en el cual el impacto de esta variable resulta poco significativo. No obstante, dicha degradación sí se incorpora en el Modelo de Flujo de Caja presentado en el apartado posterior, con el fin de ofrecer una estimación económica más precisa del sistema a largo plazo.

En la sección *Ingresos Extrapolados Anuales del Proyecto Completo* ya se puede apreciar cuantitativamente la mejora introducida por el modelo LLM. Frente al resultado obtenido mediante el modelo estadístico ARIMA, el modelo ajustado con fine-tuning de LLaMA ofrece un incremento en los ingresos anuales estimados de aproximadamente 30.000 €, lo que manifiesta su mayor capacidad de predicción y optimización.

Finalmente, estos *Ingresos Anuales* pueden compararse con el *Coste Total del Proyecto*, ofreciendo un *Retorno de la Inversión (ROI)* del 27% en el modelo estadístico y 29% en el modelo de IA, lo que supone 3,65 y 3,51 años de Periodo de Retorno respectivamente.

Los *Valores de Retorno* obtenidos resultan especialmente atractivos. En el ámbito de los proyectos de infraestructura energética, índices de rentabilidad situados entre el 10 % y el 15 % se consideran generalmente muy interesantes. En este estudio, ambos modelos analizados duplican esos márgenes de referencia, lo que demuestra de forma solvente que este tipo de sistemas de almacenamiento se encuentran en un momento de gran viabilidad y auge. Además, el Modelo Financiero Final incorpora ya todos los costes relevantes del proyecto, incluyendo aspectos regulatorios y administrativos. De este modo, se dibuja un escenario económico fundamentado que podría desarrollarse en el mundo real del mismo modo que se ha planteado sobre el papel.

Para completar el estudio financiero, se ha elaborado un Modelo de Flujo de Caja proyectado a 20 años vista, en el que se representan los posibles balances económicos anuales del sistema. Dada la elevada incertidumbre que caracteriza el contexto actual, especialmente en el sector energético, el análisis planteado parte de la hipótesis de estabilidad económica en los años futuros. De esta manera, se asumen condiciones de mercado e ingresos obtenidos constantes a lo largo del período de 20 años. Asimismo, tampoco se contemplan modificaciones en variables imprevisibles como las tasas de inflación o los tipos de interés para facilitar los cálculos.

Al igual que en el Modelo Financiero, se ha realizado una comparativa de los retornos obtenidos mediante cada uno de los Modelos de Predicción. **El valor final del *Flujo de Caja Acumulado* para el modelo basado en inteligencia artificial supera los 10 millones de euros, cuadruplicando la inversión inicial** requerida para la puesta en marcha del proyecto y ofreciendo, una vez más, pronósticos de rentabilidad altamente atractivos. **La diferencia de tan solo un 2 % en el ROI entre ambos modelos se amplifica significativamente en un horizonte de 20 años, traduciéndose en una ganancia adicional de más de medio millón de euros.** Se ha considerado un periodo de 20 años como horizonte temporal del análisis, dado que el sistema de baterías cuenta con una vida útil nominal de 20 años, según garantiza el fabricante.

Como puede observarse, en este análisis financiero a largo plazo sí se ha considerado la degradación de las baterías, dado que esta variable adquiere mayor relevancia en estudios temporales extensos. Este hecho se ve reflejado en cómo, durante los primeros tres años (periodo utilizado para el cálculo del ROI), los ingresos se mantienen por encima de los 725.000 €, mientras que al acercarse al final de la vida útil, disminuyen hasta situarse alrededor del medio millón de euros anuales, suponiendo una diferencia a considerar.

MODELO DE FLUJO DE CAJA									
Año	Bat. Útil (%)	Igre. Anu. SAS (€)	Igre. Anu. IA (€)	Gastos (€)	FC Libre SAS (€)	FC Libre IA (€)	FC Acumulado SAS (€)	FC Acumulado IA (€)	
0	100.00%	0	0	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	-2,544,076.37	
1	98.25%	751,435.31	782,575.82	-10,000	741,435.31	772,575.82	-1,802,641.06	-1,771,500.55	
2	96.50%	738,285.19	768,880.74	-10,000	728,285.19	758,880.74	-1,074,355.87	-1,012,619.81	
3	94.75%	725,135.07	755,185.67	-10,000	715,135.07	745,185.67	-359,220.80	-267,434.14	
4	93.00%	711,984.95	741,490.59	-10,000	701,984.95	731,490.59	342,764.15	464,056.45	
5	91.25%	698,834.84	727,795.51	-10,000	688,834.84	717,795.51	1031,598.99	1,181,851.96	
6	89.50%	685,684.72	714,100.43	-10,000	675,684.72	704,100.43	1,707,283.70	1,885,952.39	
7	87.75%	672,534.60	700,405.36	-10,000	662,534.60	690,405.36	2,369,818.30	2,576,357.75	
8	86.00%	659,384.48	686,710.28	-10,000	649,384.48	676,710.28	3,019,202.79	3,253,068.03	
9	84.25%	646,234.36	673,015.20	-10,000	636,234.36	663,015.20	3,655,437.15	3,916,083.24	
10	82.50%	633,084.25	659,320.13	-10,000	623,084.25	649,320.13	4,278,521.39	4,565,403.36	
11	80.75%	619,934.13	645,625.05	-10,000	609,934.13	635,625.05	4,888,455.52	5,201,028.41	
12	79.00%	606,784.01	631,929.97	-10,000	596,784.01	621,929.97	5,485,239.53	5,822,958.39	
13	77.25%	593,633.89	618,234.90	-10,000	583,633.89	608,234.90	6,068,873.43	6,431,193.28	
14	75.50%	580,483.77	604,539.82	-10,000	570,483.77	594,539.82	6,639,357.20	7,025,733.10	
15	73.75%	567,333.66	590,844.74	-10,000	557,333.66	580,844.74	7,196,690.86	7,606,577.85	
16	72.00%	554,183.54	577,149.67	-10,000	544,183.54	567,149.67	7,740,874.39	8,173,727.51	
17	70.25%	541,033.42	563,454.59	-10,000	531,033.42	553,454.59	8,271,907.82	8,727,182.10	
18	68.50%	527,883.30	549,759.51	-10,000	517,883.30	539,759.51	8,789,791.12	9,266,941.62	
19	66.75%	514,733.19	536,064.44	-10,000	504,733.19	526,064.44	9,294,524.30	9,793,006.05	
20		501,583.07	522,369.36	-10,000	491,583.07	512,369.36	9,786,107.37	10,305,375.41	

Figura 4.3: Modelo de Flujo de Caja

Finalmente, se incluye un gráfico comparativo de los Flujos de Caja Acumulados de ambos Modelos. En él se puede apreciar tanto las diferencias de resultados entre ambos modelos como el impacto de la variable de degradación de las baterías, reduciendo los ingresos con el paso de los años.

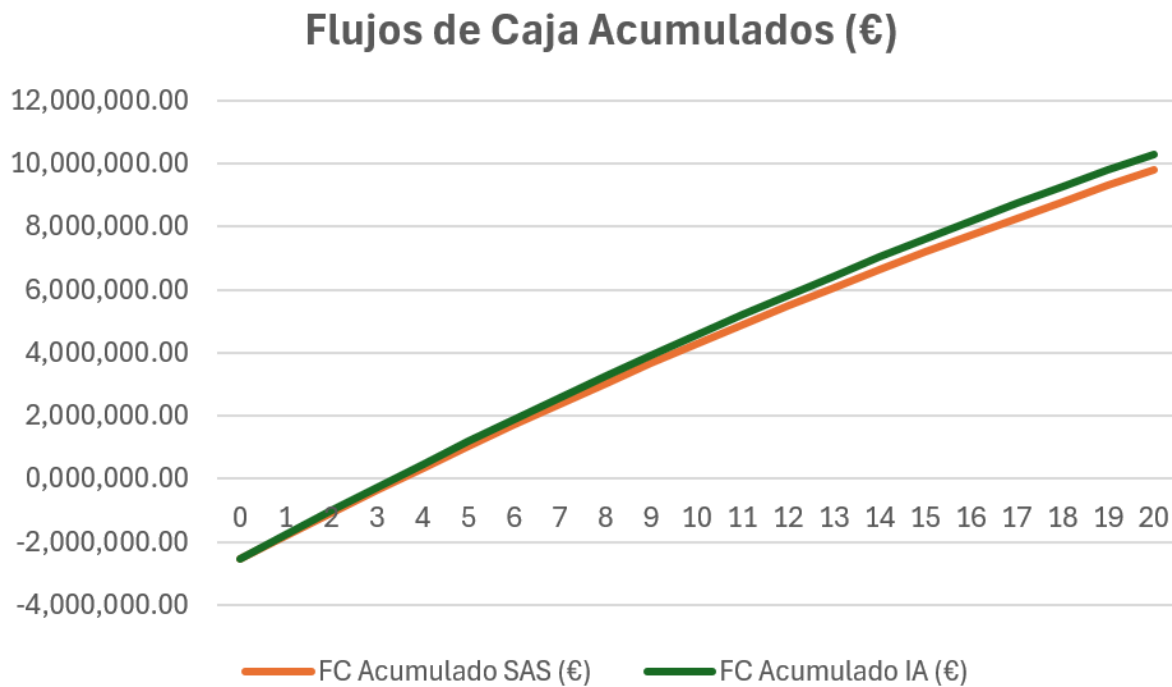


Figura 4.4: Flujos de Caja Acumulados

Capítulo 5 - Conclusiones y Aprendizajes

A lo largo del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, se ha abordado de forma completa el diseño técnico y análisis económico de un sistema de almacenamiento energético basado en baterías, incluyendo un método de pronóstico mediante inteligencia artificial. **Desde el inicio de esta memoria, se ha expuesto cómo el proyecto se fundamenta en la unión de tres componentes clave: la evaluación preliminar económica de la viabilidad del proyecto, el diseño técnico de una infraestructura de baterías, y la implementación de inteligencia artificial para la optimización de pronósticos.** Los resultados obtenidos han permitido alcanzar una visión clara sobre el potencial real de este tipo de instalaciones en el contexto energético actual.

A continuación, se exponen las principales conclusiones obtenidas del estudio, las cuales recogen los aprendizajes fundamentales que han surgido tras el análisis del proyecto:

1. Viabilidad Económica Real del Proyecto Propuesto

Los resultados obtenidos a lo largo del análisis económico han demostrado que los proyectos de almacenamiento energético puro, presentan una viabilidad financiera sólida. El sistema diseñado alcanza un Retorno sobre la Inversión (ROI) del 30 %, considerando todos los costes asociados, como gastos operativos o costes regulatorios y administrativos. Este margen de rentabilidad se sitúa claramente por encima de los valores habituales para este tipo de proyectos, generalmente entre el 10 % y el 15 %, lo que convierte esta inversión en una oportunidad altamente atractiva. Además, el hecho de que el Periodo de Retorno se sitúe en torno a los 3 años sirve como argumentación adicional, al tratarse de un horizonte temporal de corto plazo en el que la probabilidad de desviaciones significativas respecto al escenario pronosticado es considerablemente menor.

Aún más a favor del proyecto, el creciente excedente de generación fotovoltaica refuerza la necesidad e interés por los sistemas de almacenamiento, decantando la probabilidad hacia escenarios cada vez más favorables. No obstante, esta proyección se considera únicamente como una hipótesis de contexto, por lo que no ha sido incluida en los cálculos del estudio.

2. Ventaja Competitiva de los Sistemas de Baterías frente a otras Configuraciones

Una de las principales aportaciones del proyecto ha sido la comparación crítica entre distintas configuraciones de infraestructura posibles: exclusivamente paneles fotovoltaicos, sistemas híbridos (placas + baterías) y sistemas de almacenamiento puro.

El estudio ha demostrado que, bajo el contexto actual del sistema eléctrico español, caracterizado por un fuerte excedente de generación solar durante las horas centrales del día, el uso exclusivo de baterías conectadas a red representa una opción mucho más ventajosa.

Este planteamiento permite almacenar energía en momentos de bajo precio y venderla durante los picos de demanda, aprovechando al máximo las fluctuaciones del mercado.

Adicionalmente, Red Eléctrica Española (REE) ha mostrado un interés favorable hacia este tipo de proyectos. Esta preferencia se ha visto acentuada en los últimos años, especialmente tras el evento de el apagón nacional de este 2025, manifestando la necesidad urgente de dotar al sistema eléctrico de mayor estabilidad y capacidad de respuesta.

3. Aplicación de Modelos de Inteligencia Artificial como Herramienta Predictiva

El empleo de modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM), entrenados mediante técnicas de fine-tuning, ha supuesto una innovación destacable en este TFG. Comparados con los métodos estadísticos tradicionales, como el modelo ARIMA utilizado, los modelos basados en IA han mostrado una capacidad superior para predecir precios del mercado eléctrico y optimizar la toma de decisiones en la operación de sistemas de almacenamiento.

Esta mejora se ha traducido en un incremento directo en el Retorno proyectado, con una diferencia que supera los 500.000 € al final de la vida útil del proyecto frente al modelo tradicional.

4. Proyectos de Infraestructura Sencillos y Alineados con la Evolución Tecnológica del Sector

Por último, en el plano técnico, cabe destacar que este tipo de instalaciones presentan una estructura relativamente sencilla desde el punto de vista de componentes. En este caso, el sistema se compone de siete contenedores de baterías idénticos y sus correspondientes transformadores; junto con el switchgear, presentando un esquema nada complejo. Esta simplicidad favorece la escalabilidad, el mantenimiento y la reducción de costes de instalación.

Además, la evolución tecnológica de los últimos años en el sector del almacenamiento, especialmente en sistemas de utility scale, ha sido significativa. Los fabricantes están desarrollando soluciones de mayor capacidad, mejor rendimiento y vida útil más prolongada, en respuesta a la creciente demanda por este tipo de instalaciones. Este hecho vuelve a servir como argumento a favor de la viabilidad técnica y económica de los proyectos de baterías a gran escala, tomando un papel clave en la transición energética de un futuro actual.

Capítulo 6 - Referencias Bibliográficas

[CHAV21] Chaves J.P, Gómez T., Morell N. La electricidad en España: formación del precio, composición de la factura y comparativa con otros países. Instituto de Investigación Tecnológica U.P. Comillas. Diciembre 2021

[REDE25] Red Eléctrica Española. Una empresa de Redeia

[BOE_24] Boletín Oficial del Estado. Circular 1/2024, de 27 de septiembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de demanda de energía eléctrica. Septiembre 2024

[BOE_20] Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Diciembre 2020

[FERN24] Borja Fernández Antelo. Evolución de los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs: Large Language Models). Abril 2024

[LLAM25] LLaMA IA. Open Fine-Tuning Source.

[OMIE25] Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE). Volumen horario en el mercado diario. Marzo 2025

[AEME25] Agencia Estatal de Meteorología. Resúmenes climatológicos España. Marzo y Abril 2025

[REDO25] redOS app de Red Eléctrica Española. Generación y almacenamiento nacional.

[ENER25] Energytec. Panel Jinko Solar Tiger Pro JKM550M-72HL4-(V)

[SUNA25] SunArk Power. CubeArk 1.5MW 3MWh

[MADE25] Made-In-China. Sunark High Voltage Energy Storage System 1.5mwh High Efficiency Commercial Lithium Battery for Ess

[SCHN18] Schneider Electric. TRIHAL 1600kVA 25kV/420V 36kV IP00 TIER2

[S&C_24] S&C. PMH-3 de 14,4 kV de tensión nominal y 25 kV de tensión máxima

[UNSL25] Unsloth. Finetune Llama-3 and Use In Ollama. Unsloth Documentation

ANEXOS

ANEXO A - Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, elaborada por Naciones Unidas en 2015, se definieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante los cuales establecer unas pautas que sirviesen de guía en el avance de la humanidad a corto plazo.

En relación a estas medidas, el proyecto se alinea con varios de estos objetivos, fomentando la consecución de un futuro más próspero y equitativo. Se detallan los ODS que se materializan con este proyecto:

ODS 7 - Energía asequible y no contaminante: Se fomenta la generación de energía proveniente de fuentes renovables, mediante la utilización de placas solares, lo que produce una producción energética más limpia y sostenible. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de la huella de carbono, sino que también ayuda a diversificar la matriz energética, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. Del mismo modo, al aumentar la oferta de energía total disponible en la red, se produce una reducción de los precios de venta, facilitando el acceso a la energía a un mayor número de personas.

ODS 9 - Industria, innovación e infraestructura: Mediante la aplicación de tecnología avanzada de fine-tuning de Inteligencia Artificial, se optimiza la gestión energética, incrementando el rendimiento de la Red y reduciendo el desperdicio de recursos. La innovación en el sector energético mejora la eficiencia operativa y equitativa. Del mismo modo, gracias a la digitalización y automatización, fortalece una infraestructura resiliente y adaptable a las fluctuaciones de la demanda.

ODS 12 - Producción y consumo responsables: Se optimiza el almacenamiento y consumo de energía, incrementando la utilidad de este recurso finito, reduciendo su desperdicio. Además con la introducción de este tipo de proyectos se aumenta la capacidad de la Red, mejorando su rendimiento y prestaciones generales. Esta optimización contribuye a la sostenibilidad de la red española a largo plazo, reduciendo el desequilibrio de demanda horaria.

ODS 13 - Acción por el clima: Se reduce la dependencia de energías contaminantes al aumentar la generación de fuentes renovables, como es la energía solar fotovoltaica, lo que supone una significativa reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Con la implementación y apuesta por este tipo de sistemas de placas con baterías palpamos la realidad de un sector energético que en un futuro próximo despedirá definitivamente a los combustibles fósiles como agentes del mismo.

ANEXO B - Código Completo de Unsloth para el Fine-tuning del LLM

```
%%capture

# Installs Unsloth, Xformers (Flash Attention) and all other packages!

!pip install unsloth

# Get latest Unsloth

!pip install --upgrade --no-deps "unsloth[colab-new] @
git+https://github.com/unslothai/unsloth.git"

from unsloth import FastLanguageModel

import torch

max_seq_length = 2048 # Choose any! We auto support RoPE Scaling internally!

dtype = None # None for auto detection. Float16 for Tesla T4, V100, Bfloat16 for Ampere+

load_in_4bit = True # Use 4bit quantization to reduce memory usage. Can be False.

# 4bit pre quantized models we support for 4x faster downloading + no OOMs.

fourbit_models = [

    "unsloth/mistral-7b-v0.3-bnb-4bit",    # New Mistral v3 2x faster!

    "unsloth/mistral-7b-instruct-v0.3-bnb-4bit",

    "unsloth/llama-3-8b-bnb-4bit",        # Llama-3 15 trillion tokens model 2x faster!

    "unsloth/llama-3-8b-Instruct-bnb-4bit",

    "unsloth/llama-3-70b-bnb-4bit",

    "unsloth/Phi-3-mini-4k-instruct",    # Phi-3 2x faster!

    "unsloth/Phi-3-medium-4k-instruct",

    "unsloth/mistral-7b-bnb-4bit",

    "unsloth/gemma-7b-bnb-4bit",        # Gemma 2.2x faster!

] # More models at https://huggingface.co/unsloth
```

```

model, tokenizer = FastLanguageModel.from_pretrained(
    model_name = "unsloth/llama-3-8b-bnb-4bit",
    max_seq_length = max_seq_length,
    dtype = dtype,
    load_in_4bit = load_in_4bit,
    # token = "hf_...", # use one if using gated models like meta-llama/Llama-2-7b-hf
)

```

```

model = FastLanguageModel.get_peft_model(
    model,
    r = 16, # Choose any number > 0 ! Suggested 8, 16, 32, 64, 128
    target_modules = ["q_proj", "k_proj", "v_proj", "o_proj",
                      "gate_proj", "up_proj", "down_proj",],
    lora_alpha = 16,
    lora_dropout = 0, # Supports any, but = 0 is optimized
    bias = "none", # Supports any, but = "none" is optimized
    # [NEW] "unsloth" uses 30% less VRAM, fits 2x larger batch sizes!
    use_gradient_checkpointing = "unsloth", # True or "unsloth" for very long context
    random_state = 3407,
    use_rslora = False, # We support rank stabilized LoRA
    loftq_config = None, # And LoftQ
)

```

```

import pandas as pd

from datasets import Dataset

# Load the CSV into a pandas DataFrame

df = pd.read_csv("/content/PruebaCSV4.csv")

# Convert the pandas DataFrame to a datasets Dataset object

dataset = Dataset.from_pandas(df)

print(dataset.column_names)

print(dataset[0])

print(dataset.column_names)

from unsloth import to_sharegpt

dataset_simple = to_sharegpt(
    dataset,

    merged_prompt = "[[Record the following hourly rate data for each day of the month
related to the Spanish electricity market:\nOn day {Dia}, we obtained the following
data:\n]][[The rate for 1am is {Hora1}€.\n]][[The rate for 2am is {Hora2}€.\n]][[The rate for
3am is {Hora3}€.\n]][[The rate for 4am is {Hora4}€.\n]][[The rate for 5am is
{Hora5}€.\n]][[The rate for 6am is {Hora6}€.\n]][[The rate for 7am is {Hora7}€.\n]][[The
rate for 8am is {Hora8}€.\n]][[The rate for 9am is {Hora9}€.\n]][[The rate for 10am is
{Hora10}€.\n]][[The rate for 11am is {Hora11}€.\n]][[The rate for 12pm is
{Hora12}€.\n]][[The rate for 1pm is {Hora13}€.\n]][[The rate for 2pm is
{Hora14}€.\n]][[The rate for 3pm is {Hora15}€.\n]][[The rate for 4pm is
{Hora16}€.\n]][[The rate for 5pm is {Hora17}€.\n]][[The rate for 6pm is
{Hora18}€.\n]][[The rate for 7pm is {Hora19}€.\n]][[The rate for 8pm is
{Hora20}€.\n]][[The rate for 9pm is {Hora21}€.\n]][[The rate for 10pm is
{Hora22}€.\n]][[The rate for 11pm is {Hora23}€.\n]][[The rate for 12am is {Hora24}€.\n]]",

    output_column_name = "Record",
)

```

```

from unsloth import to_sharegpt

dataset = to_sharegpt(

    dataset,

    merged_prompt = \

        "[[Record the following hourly rate data for each day of the month related to the Spanish
        electricity market:\nOn day {Dia}, we obtained the following data:\n]][[The rate for 1am is
        {Hora1}€.\n]][[The rate for 2am is {Hora2}€.\n]][[The rate for 3am is {Hora3}€.\n]][[The
        rate for 4am is {Hora4}€.\n]][[The rate for 5am is {Hora5}€.\n]][[The rate for 6am is
        {Hora6}€.\n]][[The rate for 7am is {Hora7}€.\n]][[The rate for 8am is {Hora8}€.\n]][[The
        rate for 9am is {Hora9}€.\n]][[The rate for 10am is {Hora10}€.\n]][[The rate for 11am is
        {Hora11}€.\n]][[The rate for 12pm is {Hora12}€.\n]][[The rate for 1pm is
        {Hora13}€.\n]][[The rate for 2pm is {Hora14}€.\n]][[The rate for 3pm is
        {Hora15}€.\n]][[The rate for 4pm is {Hora16}€.\n]][[The rate for 5pm is
        {Hora17}€.\n]][[The rate for 6pm is {Hora18}€.\n]][[The rate for 7pm is
        {Hora19}€.\n]][[The rate for 8pm is {Hora20}€.\n]][[The rate for 9pm is
        {Hora21}€.\n]][[The rate for 10pm is {Hora22}€.\n]][[The rate for 11pm is
        {Hora23}€.\n]][[The rate for 12am is {Hora24}€.\n]]",

        conversation_extension = 24, # Randomnly combines conversations into 1! Good for long
        convos

        output_column_name = "Record",

    )

from pprint import pprint

pprint(dataset[0])

from unsloth import standardize_sharegpt

dataset = standardize_sharegpt(dataset)

```

alpaca_prompt = """Below is the hourly rate data for each day of March of 2025 related to the Spanish electricity market. Record the data to help me forecast better charging and discharging times of a battery storage project I will explain you:

Instruction:

{}

Input:

{}

Response:

{}"""

chat_template = """Below is the hourly rate data for each day of March of 2025 related to the Spanish electricity market. Record the data to help me forecast better charging and discharging times of a battery storage project I will explain you:

Jus record the data by the moment.

>>> March 2025 Hourly Prices:

{INPUT}

>>> Record the data

{OUTPUT}"""

```
from unsloth import apply_chat_template
```

```
dataset = apply_chat_template(
```

```
    dataset,
```

```
    tokenizer = tokenizer,
```

```
    chat_template = chat_template,
```

```
    # default_system_message = "You are a helpful assistant", << [OPTIONAL]
```

```
)
```

```

from trl import SFTTrainer

from transformers import TrainingArguments

from unsloth import is_bfloat16_supported


trainer = SFTTrainer(
    model = model,
    tokenizer = tokenizer,
    train_dataset = dataset,
    dataset_text_field = "text",
    max_seq_length = max_seq_length,
    dataset_num_proc = 2,
    packing = False, # Can make training 5x faster for short sequences.
    args = TrainingArguments(
        per_device_train_batch_size = 2,
        gradient_accumulation_steps = 4,
        warmup_steps = 5,
        max_steps = 60,
        learning_rate = 2e-4,
        fp16 = not is_bfloat16_supported(),
        bf16 = is_bfloat16_supported(),
        logging_steps = 1,
        optim = "adamw_8bit",
        weight_decay = 0.01,
        lr_scheduler_type = "linear",
        seed = 3407,
        output_dir = "outputs",
    ),)

```

```

#@title Show current memory stats

gpu_stats = torch.cuda.get_device_properties(0)

start_gpu_memory = round(torch.cuda.max_memory_reserved() / 1024 / 1024 / 1024, 3)

max_memory = round(gpu_stats.total_memory / 1024 / 1024 / 1024, 3)

print(f'GPU = {gpu_stats.name}. Max memory = {max_memory} GB.')

print(f'{start_gpu_memory} GB of memory reserved.')


trainer_stats = trainer.train()


from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')


#@title Show final memory and time stats

used_memory = round(torch.cuda.max_memory_reserved() / 1024 / 1024 / 1024, 3)

used_memory_for_lora = round(used_memory - start_gpu_memory, 3)

used_percentage = round(used_memory / max_memory * 100, 3)

lora_percentage = round(used_memory_for_lora / max_memory * 100, 3)

print(f'{trainer_stats.metrics['train_runtime']} seconds used for training.')

print(f'{round(trainer_stats.metrics['train_runtime']/60, 2)} minutes used for training.')

print(f'Peak reserved memory = {used_memory} GB.')

print(f'Peak reserved memory for training = {used_memory_for_lora} GB.')

print(f'Peak reserved memory % of max memory = {used_percentage} %.')

print(f'Peak reserved memory for training % of max memory = {lora_percentage} %.')

```

```

FastLanguageModel.for_inference(model) # Enable native 2x faster inference
messages = [          # Change below!

    {"role": "user", "content": "The passenger embarked from S.\n\
                                'They are male.\n\
                                'They have 1 siblings and spouses.\n\
                                'Their passenger class is 3.\n\
                                'Their age is 22.0.\n\
                                'They paid $7.25 for the trip.'},

]

input_ids = tokenizer.apply_chat_template(
    messages,
    add_generation_prompt = True,
    return_tensors = "pt",
).to("cuda")

from transformers import TextStreamer

text_streamer = TextStreamer(tokenizer, skip_prompt = True)

_ = model.generate(input_ids, streamer = text_streamer, max_new_tokens = 128,
pad_token_id = tokenizer.eos_token_id)

model.save_pretrained("lora_model") # Local saving
tokenizer.save_pretrained("lora_model")

# model.push_to_hub("your_name/lora_model", token = "...") # Online saving
# tokenizer.push_to_hub("your_name/lora_model", token = "...") # Online saving

```

if True:

```
from unsloth import FastLanguageModel

model, tokenizer = FastLanguageModel.from_pretrained(
    model_name = "lora_model", # YOUR MODEL YOU USED FOR TRAINING
    max_seq_length = max_seq_length,
    dtype = dtype,
    load_in_4bit = load_in_4bit,
)

FastLanguageModel.for_inference(model) # Enable native 2x faster inference

pass
```

```
messages = [          # Change below!

    {"role": "user", "content": "Their passenger class is 3.\n\
                                'Their age is 22.0.\n\
                                'They paid $107.25 for the trip.'},

]

input_ids = tokenizer.apply_chat_template(
    messages,
    add_generation_prompt = True,
    return_tensors = "pt",
).to("cuda")
```

```
from transformers import TextStreamer
```

```
text_streamer = TextStreamer(tokenizer, skip_prompt = True)
```

```
_ = model.generate(input_ids, streamer = text_streamer, max_new_tokens = 128,
pad_token_id = tokenizer.eos_token_id)
```

ANEXO C - Pronóstico de Precios obtenidos por el Modelo LLaMA

Mayo	1-may.	2-may.	3-may.	4-may.	5-may.	6-may.	7-may.	8-may.	9-may.	10-may.	11-may.	12-may.	13-may.	14-may.	15-may.
1:00	30.25	29.98	30.58	29.34	30.8	30.42	30.42	30.06	30.64	29.88	30.32	29.7	30.96	29.44	30.72
2:00	25.38	25.11	25.71	24.47	25.93	24.75	25.55	25.19	25.77	25.01	25.45	24.83	26.09	24.57	25.85
3:00	22.51	22.24	22.84	21.6	23.06	21.88	22.68	22.32	22.9	22.14	22.58	21.96	23.22	21.7	22.98
4:00	20.64	20.37	20.97	19.73	21.19	20.01	20.81	20.45	21.03	20.27	20.71	20.09	21.35	19.83	21.11
5:00	19.77	19.5	20.1	18.86	20.32	19.14	19.94	19.58	20.16	19.4	19.84	19.22	20.48	18.96	20.24
6:00	20.9	20.63	21.23	19.99	21.45	20.27	21.07	20.71	21.29	20.53	20.97	20.35	21.61	20.09	21.37
7:00	25.03	24.76	25.36	24.12	25.58	24.4	25.2	24.84	25.42	24.66	25.1	24.48	25.74	24.22	25.5
8:00	55.16	54.89	55.49	54.25	55.71	54.53	55.33	54.97	55.55	54.79	55.23	54.61	55.87	54.35	55.63
9:00	50.29	49.02	50.62	49.38	50.84	49.66	50.46	50.1	50.68	49.92	50.36	49.74	51	49.48	50.76
10:00	45.42	44.15	45.75	44.51	45.97	44.79	45.59	45.23	45.81	45.05	45.49	44.87	46.13	44.61	45.89
11:00	30.55	29.28	30.88	29.64	31.1	29.92	30.72	30.36	30.94	30.18	30.62	30	31.26	29.74	31.02
12:00	15.68	14.41	16.01	14.77	16.23	15.05	15.85	15.49	16.07	15.31	15.75	15.13	16.39	14.87	16.15
13:00	-2.15	-1.85	-2.51	-1.42	-2.98	-1.69	-2.32	-2.01	-2.64	-1.88	-2.25	-1.51	-3.02	-1.18	-2.81
14:00	-3.42	-3.19	-3.85	-2.75	-4.25	-3.02	-3.65	-3.34	-4.01	-3.21	-3.58	-2.84	-4.35	-2.51	-4.14
15:00	-4.19	-4.52	-5.02	-4.08	-5.42	-4.35	-4.98	-4.67	-5.24	-4.54	-4.91	-4.17	-5.58	-3.84	-5.37
16:00	-5.02	-5.25	-5.49	-4.91	-5.89	-5.08	-5.61	-5.77	-5.54	-5.27	-5.54	-4.9	-6.11	-4.57	-5.9
17:00	-4.58	-4.81	-5.05	-4.47	-5.45	-4.64	-5.17	-4.96	-5.33	-4.83	-5.1	-4.46	-5.67	-4.13	-5.46
18:00	-2.91	-3.14	-3.38	-2.8	-3.78	-2.97	-3.5	-3.29	-3.66	-3.16	-3.43	-2.79	-4	-2.46	-3.79
19:00	20.46	19.19	20.79	19.55	21.01	19.83	20.63	20.27	20.85	20.09	20.53	19.91	21.17	19.65	20.93
20:00	30.59	29.32	30.92	29.68	31.14	29.96	30.76	30.4	30.98	30.22	30.66	30.04	31.3	29.78	31.06
21:00	40.72	39.45	41.05	39.81	41.27	40.09	40.89	40.53	41.11	40.35	40.79	40.17	41.43	39.91	41.19
22:00	65.85	64.58	66.18	64.94	66.4	65.22	66.02	65.66	66.24	65.48	65.92	65.3	66.56	65.04	66.32
23:00	80.98	79.71	81.31	80.07	81.53	80.35	81.15	80.79	81.37	80.61	81.05	80.43	81.69	80.17	81.45
0:00	35.12	34.85	35.45	34.21	35.67	34.49	35.29	34.93	35.51	34.75	35.19	34.57	35.83	34.31	35.59

Mayo	16-may.	17-may.	18-may.	19-may.	20-may.	21-may.	22-may.	23-may.	24-may.	25-may.	26-may.	27-may.	28-may.	29-may.	30-may.	31-may.
1:00	30.06	30.4	29.82	30.66	30	30.44	29.92	30.56	29.38	30.74	29.64	30.52	30.06	30.36	29.8	30.62
2:00	25.19	25.53	24.95	25.79	25.13	25.57	25.05	25.69	24.51	25.87	24.77	25.65	25.19	25.49	24.93	25.75
3:00	22.32	22.66	22.08	22.92	22.26	22.7	22.18	22.82	21.64	23	21.9	22.78	22.32	22.62	22.06	22.88
4:00	20.45	20.79	20.21	21.05	20.39	20.83	20.31	20.95	19.77	21.13	20.03	20.91	20.45	20.75	20.19	21.01
5:00	19.58	19.92	19.34	20.18	19.52	19.96	19.44	20.08	18.9	20.26	19.16	20.04	19.58	19.88	19.32	20.14
6:00	20.71	21.05	20.47	21.31	20.65	21.09	20.57	21.21	20.03	21.39	20.29	21.17	20.71	21.01	20.45	21.27
7:00	24.84	25.18	24.6	25.44	24.78	25.22	24.7	25.34	24.16	25.52	24.42	25.3	24.84	25.14	24.58	25.4
8:00	54.97	55.31	54.73	55.57	54.91	55.35	54.83	55.47	54.29	55.65	54.55	55.43	54.97	55.27	54.71	55.53
9:00	50.1	50.44	49.86	50.7	50.04	50.48	49.96	50.6	49.42	50.78	49.68	50.56	50.1	50.4	49.84	50.66
10:00	45.23	45.57	44.99	45.83	45.17	45.61	45.09	45.73	44.55	45.91	44.81	45.69	45.23	45.53	44.97	45.79
11:00	30.36	30.7	30.12	30.96	30.3	30.74	30.22	30.86	29.68	31.04	29.94	30.82	30.36	30.66	30.1	30.92
12:00	15.49	15.83	15.25	16.09	15.43	15.87	15.35	15.99	14.81	16.17	15.07	15.95	15.49	15.79	15.23	16.05
13:00	-2.04	-2.38	-1.64	-2.92	-2.11	-2.45	-1.91	-2.68	-1.34	-3.05	-1.72	-2.42	-2.08	-2.29	-1.55	-2.83
14:00	-3.37	-3.71	-2.97	-4.25	-3.44	-3.78	-3.24	-4.01	-2.67	-4.38	-3.05	-3.75	-3.41	-3.62	-2.88	-4.16
15:00	-4.7	-5.04	-4.3	-5.48	-4.77	-5.11	-4.57	-5.34	-4	-5.71	-4.38	-5.08	-4.74	-4.95	-4.21	-5.49
16:00	-5.43	-5.67	-5.03	-6.01	-5.5	-5.74	-4.86	-5.97	-4.73	-6.24	-5.11	-5.71	-5.49	-5.58	-4.94	-6.02
17:00	-4.99	-5.23	-4.59	-5.57	-5.06	-5.3	-4.66	-5.53	-4.29	-5.8	-4.67	-5.27	-5.03	-5.14	-4.5	-5.58
18:00	-3.32	-3.56	-2.92	-3.9	-3.39	-3.63	-3.19	-3.86	-2.62	-4.13	-3	-3.6	-3.36	-3.47	-2.83	-3.91
19:00	20.27	20.61	20.03	20.87	20.21	20.65	20.13	20.77	19.59	21.01	19.85	20.73	20.27	20.57	20.01	20.83
20:00	30.4	30.74	30.16	30.99	30.34	30.78	30.26	30.9	29.72	31.14	29.98	30.86	30.4	30.7	30.14	30.96
21:00	40.53	40.87	40.29	41.12	40.47	40.91	40.39	41.03	39.85	41.27	40.11	40.99	40.53	40.83	40.27	41.09
22:00	65.66	66	65.42	66.25	65.6	66.04	65.52	66.4	64.98	66.4	65.24	66.12	65.66	65.96	65.4	66.22
23:00	80.79	81.13	80.55	81.38	80.73	81.17	80.65	81.29	80.11	81.53	80.37	81.25	80.79	81.09	80.53	81.35
0:00	34.93	35.27	34.69	35.53	34.87	35.31	34.79	35.43	34.25	35.61	34.51	35.39	34.93	35.23	34.67	35.49

Junio		01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	08-jun	09-jun	10-jun	11-jun	12-jun	13-jun	14-jun	15-jun
		1:00	30.5	29.72	30.36	29.94	30.62	29.8	30.46	30.04	30.32	29.96	30.42	29.78	30.68	29.92
	2:00	25.18	25.63	24.85	25.49	25.07	25.75	24.93	25.59	25.17	25.45	25.09	25.55	15.91	25.81	25.05
	3:00	22.31	22.76	21.98	22.62	22.2	22.88	22.06	22.72	22.3	22.58	22.22	22.68	22.04	22.94	22.18
	4:00	20.44	20.89	20.11	20.75	20.33	21.01	20.19	20.85	20.43	20.71	20.35	20.81	20.17	21.07	20.31
	5:00	19.57	20.02	19.24	19.88	19.46	20.14	19.32	19.98	19.56	19.84	19.48	19.94	19.3	20.2	19.44
	6:00	20.7	21.15	20.37	21.01	20.59	21.27	20.45	21.11	20.69	20.97	20.61	21.07	20.43	21.33	20.57
	7:00	24.83	25.28	24.5	25.14	24.72	25.4	24.58	25.24	24.82	25.1	24.74	25.2	24.56	25.46	24.7
	8:00	54.96	55.41	54.63	55.27	54.85	55.53	54.71	55.37	54.95	55.23	54.87	55.33	54.69	55.59	54.83
	9:00	50.09	50.54	49.76	50.4	49.98	50.66	49.84	50.5	50.08	50.36	50	50.46	49.82	50.72	49.96
	10:00	45.22	45.67	44.89	45.53	45.11	45.79	44.97	45.63	45.21	45.49	45.13	45.59	44.95	45.85	45.09
	11:00	30.35	30.8	30.02	30.66	30.24	30.92	30.1	30.76	30.34	30.62	30.26	30.72	30.08	30.98	30.22
	12:00	15.48	15.93	15.15	15.79	15.37	16.05	15.23	15.89	15.47	15.75	15.39	15.85	15.21	16.11	15.35
	13:00	-2.12	-2.51	-1.78	-2.29	-1.95	-2.83	-1.55	-2.39	-2.09	-2.25	-1.93	-2.35	-1.62	-2.85	-1.99
	14:00	-3.45	-3.84	-3.11	-3.62	-3.28	-4.16	-2.88	-3.72	-3.42	-3.58	-3.26	-3.68	-2.95	-4.18	-3.32
	15:00	-4.78	-5.17	-4.44	-4.95	-4.61	-5.49	-4.21	-5.05	-4.75	-4.91	-4.59	-5.01	-4.28	-5.51	-4.65
	16:00	-5.51	-5.8	-5.17	-5.58	-5.34	-6.02	-4.94	-5.68	-5.48	-5.54	-5.32	-5.64	-5.01	-6.04	-5.38
	17:00	-5.07	-5.36	-4.73	-5.14	-4.9	-5.58	-4.5	-5.24	-5.04	-5.1	-4.88	-5.2	-4.57	-5.6	-4.94
	18:00	-3.4	-3.69	-3.06	-3.47	-3.23	-3.91	-2.83	-3.57	-3.37	-3.43	-3.21	-3.53	-2.9	-3.93	-3.27
	19:00	20.26	20.65	19.91	20.57	20.19	20.83	20.01	20.69	20.25	20.53	20.17	20.61	19.93	20.99	20.21
	20:00	30.39	30.78	30.04	30.7	30.32	30.96	30.14	30.82	30.38	30.66	30.3	30.74	30.06	31.12	30.34
	21:00	40.52	40.91	40.17	40.83	40.45	41.09	40.27	40.95	40.51	40.79	40.43	40.87	40.19	41.25	40.47
	22:00	65.65	66.04	65.3	65.96	65.58	66.22	65.4	66.08	65.64	65.92	65.56	66	65.32	66.38	65.6
	23:00	80.78	81.17	80.43	81.09	80.71	81.35	80.53	81.21	80.77	81.05	80.69	81.13	80.45	81.51	80.73
	0:00	34.92	35.37	34.59	35.23	34.81	35.49	34.67	35.33	34.91	35.19	34.83	35.29	34.65	35.55	34.79

Junio	1:00	16-jun	17-jun	18-jun	19-jun	20-jun	21-jun	22-jun	23-jun	24-jun	25-jun	26-jun	27-jun	28-jun	29-jun	30-jun
	2:00	30.54	29.76	30.4	30.02	30.66	29.88	30.52	29.74	30.38	30	30.64	29.86	30.5	26.47	26.59
	3:00	25.67	24.89	25.53	25.15	25.79	25.01	25.65	24.87	25.51	25.13	25.77	24.99	25.63	16.72	15.97
	4:00	22.8	22.02	22.66	22.28	22.92	22.14	22.78	22	22.64	22.26	22.9	22.12	22.76	15.36	15.40
	5:00	20.93	20.15	20.79	20.41	21.05	20.27	20.91	20.13	20.77	20.39	21.03	20.25	20.89	13.92	12.98
	6:00	20.06	19.28	19.92	19.54	20.18	19.4	20.04	19.26	19.9	19.52	20.16	19.38	20.02	14.43	14.71
	7:00	21.19	20.41	21.05	20.67	21.31	20.53	21.17	20.39	21.03	20.65	21.29	20.51	21.15	17.50	18.99
	8:00	25.32	24.54	25.18	24.8	25.44	24.66	25.3	24.52	25.16	24.78	25.42	24.64	25.28	31.62	31.13
	9:00	55.45	54.67	55.31	54.93	55.57	54.79	55.43	54.65	55.29	54.91	55.55	54.77	55.41	48.41	48.45
	10:00	50.58	49.8	50.44	50.06	50.7	49.92	50.56	49.78	50.42	50.04	50.68	49.9	50.54	38.04	37.63
	11:00	45.71	44.93	45.57	45.19	45.83	45.05	45.69	44.91	45.55	45.17	45.81	45.03	45.67	11.62	10.95
	12:00	30.84	30.06	30.7	30.32	30.96	30.18	30.82	30.04	30.68	30.3	30.94	30.16	30.8	1.88	1.53
	13:00	15.97	15.19	15.83	15.45	16.09	15.31	15.95	15.17	15.81	15.43	16.07	15.29	15.93	-2.19	-2.65
	14:00	-2.53	-1.75	-2.39	-2.05	-2.81	-1.91	-2.67	-1.69	-2.33	-2.03	-2.79	-1.87	-2.51	-5.05	-5.15
	15:00	-3.86	-3.08	-3.72	-3.38	-4.14	-3.24	-4	-3.02	-3.66	-3.36	-4.12	-3.2	-3.84	-4.67	-6.40
	16:00	-5.19	-4.41	-5.05	-4.71	-5.47	-4.57	-5.33	-4.35	-4.99	-4.69	-5.45	-4.53	-5.17	-6.43	-6.43
	17:00	-5.82	-5.14	-5.68	-5.44	-6	-5.3	-5.96	-5.08	-5.62	-5.42	-5.98	-5.26	-5.8	-5.41	-6.82
	18:00	-5.38	-4.7	-5.24	-5	-5.56	-4.86	-5.52	-4.64	-5.18	-4.98	-5.54	-4.82	-5.36	-5.76	-5.73
	19:00	-3.71	-3.03	-3.57	-3.33	-3.89	-3.19	-3.85	-2.97	-3.51	-3.31	-3.87	-3.15	-3.69	-3.94	-3.80
	20:00	20.79	19.97	20.63	20.29	20.97	20.13	20.81	19.95	20.59	20.25	20.95	20.11	20.73	-1.68	-1.89
	21:00	30.92	30.1	30.76	30.42	31.1	30.26	30.94	30.08	30.72	30.38	31.08	30.24	30.86	10.52	9.49
	22:00	41.05	40.23	40.89	40.55	41.23	40.39	41.07	40.21	40.85	40.51	41.21	40.37	41	41.16	41.66
	23:00	66.18	65.36	66.02	65.68	66.36	65.52	66.2	65.34	65.98	65.64	66.34	65.5	66.13	74.56	75.03
	0:00	81.31	80.49	81.15	80.81	81.49	80.65	81.33	80.47	81.11	80.77	81.47	80.63	81.26	60.49	60.85
		35.41	34.63	35.27	34.89	35.53	34.75	35.39	34.61	35.25	34.87	35.51	34.73	35.37	35.01	34.91

Julio	01-jul	02-jul	03-jul	04-jul	05-jul	06-jul	07-jul	08-jul	09-jul	10-jul	11-jul	12-jul	13-jul	14-jul	15-jul
1:00	32.75	34.18	32.61	33.72	34.27	34.18	33.64	32.66	33.66	34.12	38.41	38.28	39.14	38.44	37.72
2:00	28.08	27.84	28.72	28.69	28.17	27.83	28.03	28.93	29.85	28.40	32.74	33.69	32.97	34.49	33.67
3:00	25.76	25.05	27.19	25.16	25.01	25.64	26.55	24.69	25.41	26.25	30.11	27.62	28.79	28.21	27.99
4:00	21.01	22.22	22.55	22.21	23.01	22.25	22.63	22.36	21.85	20.91	23.43	22.59	23.70	23.53	24.87
5:00	20.22	19.96	20.63	19.98	20.47	20.55	21.35	20.41	21.25	20.15	23.06	22.47	21.97	21.10	22.91
6:00	23.24	23.05	24.90	24.40	24.54	24.53	24.55	22.43	24.67	22.67	23.10	22.80	23.96	22.10	24.15
7:00	28.35	27.15	28.32	27.44	28.77	27.15	29.18	27.48	29.16	27.07	23.72	23.77	24.56	23.20	23.53
8:00	62.83	60.95	62.71	60.67	62.82	60.94	62.80	61.33	61.89	61.32	31.16	30.47	30.45	31.05	32.34
9:00	56.63	57.11	55.53	56.96	57.65	56.27	56.32	55.23	57.78	56.78	60.78	61.40	61.99	60.59	61.05
10:00	50.23	47.27	48.72	48.92	48.04	47.29	48.04	47.77	48.40	48.14	55.14	52.51	53.04	52.81	55.04
11:00	32.98	34.21	33.32	34.69	33.57	32.91	34.14	33.30	32.76	34.28	48.19	47.86	48.14	49.05	49.10
12:00	19.65	18.35	19.16	19.76	18.93	18.56	20.01	18.68	19.69	19.35	34.93	33.58	34.68	34.79	33.93
13:00	1.44	2.29	2.08	1.20	1.14	1.53	0.91	2.77	0.70	1.51	20.52	17.54	18.99	18.01	19.08
14:00	0.36	1.46	0.66	-1.28	-0.81	1.00	-1.05	1.57	-1.57	-0.50	0.68	0.41	-0.24	0.74	-0.77
15:00	-2.23	-1.33	-2.79	-2.05	-2.68	-3.36	-3.91	-3.16	-3.54	-2.89	-1.48	0.01	-2.49	-0.07	-3.06
16:00	-2.83	-2.48	-3.15	-2.14	-3.27	-1.81	-4.74	-1.75	-4.61	-3.33	-3.98	-3.10	-3.48	-2.36	-4.22
17:00	-3.32	-1.84	-3.14	-1.23	-3.31	-1.95	-2.11	-1.89	-3.01	-0.87	-2.31	-1.68	-3.15	-1.30	-3.41
18:00	-0.90	-0.50	-0.36	0.66	0.32	-0.72	-1.49	0.58	-1.22	1.08	-2.70	-1.94	-2.60	-1.84	-2.25
19:00	24.70	23.05	23.64	24.18	23.64	23.26	24.04	23.48	23.77	22.74	-0.38	-0.04	-0.90	-0.23	-0.68
20:00	33.61	34.26	34.36	33.20	33.18	33.78	35.02	33.26	34.20	34.41	25.36	22.69	23.39	23.64	23.79
21:00	44.60	44.64	45.18	43.64	44.96	42.46	44.09	44.70	43.16	43.69	34.37	33.60	34.31	34.65	35.63
22:00	69.51	67.45	68.33	69.08	69.53	69.14	68.85	69.19	69.62	69.39	45.59	42.76	45.00	43.23	44.91
23:00	90.02	87.79	89.36	88.62	89.21	88.75	90.18	87.32	88.65	89.34	78.00	78.03	79.52	77.51	79.88
0:00	42.53	42.20	43.22	42.71	43.93	43.17	43.86	41.26	43.76	41.69	93.82	93.06	95.02	92.67	95.61

Julio	1:00	16-jul	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul	22-jul	23-jul	24-jul	25-jul	26-jul	27-jul	28-jul	29-jul	30-jul	31-jul
		36.81	38.33	37.50	39.52	36.96	38.43	36.91	39.52	37.80	38.26	37.55	39.15	37.36	38.40	37.23	38.31
	2:00	34.17	34.21	33.80	32.52	33.59	34.04	32.85	33.04	33.71	33.68	33.53	33.29	32.57	34.63	32.21	34.96
	3:00	28.79	29.32	29.00	30.06	29.26	29.12	28.40	29.38	27.04	27.65	27.85	29.62	29.44	29.93	27.60	29.30
	4:00	24.14	22.96	23.39	25.11	24.77	23.12	22.45	24.48	22.56	22.94	23.33	23.04	22.11	24.59	23.95	24.46
	5:00	22.13	23.09	20.44	22.10	20.59	22.15	22.73	23.27	21.50	23.09	21.11	21.30	21.15	21.21	22.17	22.53
	6:00	23.06	22.82	22.84	24.32	22.14	22.90	23.74	22.11	23.55	23.88	23.83	23.36	21.96	24.42	22.07	22.24
	7:00	23.70	23.36	24.61	24.63	23.64	23.38	23.54	24.91	23.69	24.11	23.39	24.08	24.95	23.66	23.49	25.31
	8:00	29.86	31.06	31.37	31.08	31.77	31.15	31.59	30.76	31.04	32.59	29.92	32.46	30.60	31.05	30.53	31.56
	9:00	61.36	61.89	61.63	61.96	62.09	62.36	60.56	62.13	62.10	60.42	60.44	62.91	61.88	61.47	61.76	62.93
	10:00	52.48	54.64	53.51	52.81	53.34	53.00	52.82	53.91	52.67	53.68	52.67	54.33	52.44	53.78	53.97	55.07
	11:00	49.49	49.26	47.78	49.90	47.89	50.16	47.86	49.09	48.29	48.19	47.57	49.38	47.11	50.08	47.79	48.48
	12:00	33.66	34.59	33.24	34.65	33.50	33.59	34.03	34.15	32.42	35.13	33.56	33.17	32.32	33.44	34.32	33.86
	13:00	19.12	19.06	19.33	19.82	17.52	19.40	18.84	19.92	19.21	18.39	19.55	18.88	19.30	19.53	18.42	18.80
	14:00	1.19	-0.18	1.65	0.74	2.23	-0.48	2.51	-0.19	1.34	0.80	2.04	1.32	1.22	1.25	0.31	-0.62
	15:00	-1.79	-2.16	-0.97	-0.71	-0.14	-0.98	-0.92	-1.70	-0.52	-0.74	-0.71	-3.15	-1.50	-1.46	-1.10	-1.13
	16:00	-2.62	-3.31	-2.60	-3.29	-3.50	-4.34	-3.38	-1.82	-1.25	-2.93	-2.05	-3.89	-2.99	-3.11	-1.46	-2.83
	17:00	-1.66	-2.64	-1.45	-3.29	-3.37	-2.10	-2.67	-1.54	-1.33	-2.65	-1.33	-2.41	-2.24	-1.64	-2.22	-3.15
	18:00	-1.69	-2.61	-2.24	-2.87	-0.70	-1.51	-0.33	-3.25	-0.61	-2.58	-1.67	-3.26	-1.55	-1.71	-2.51	-1.38
	19:00	1.25	-0.71	-0.71	-1.56	-1.34	-0.65	-0.81	-0.09	-0.15	-1.05	-0.91	-1.88	-0.35	-0.57	-0.32	0.39
	20:00	23.44	25.36	22.67	24.39	24.09	25.42	23.41	24.95	23.65	23.11	24.73	24.07	22.29	24.98	24.49	23.55
	21:00	33.19	33.37	34.28	33.56	34.79	33.64	33.46	33.11	34.06	32.99	34.74	34.66	32.74	34.99	34.34	34.61
	22:00	44.84	44.73	42.59	43.23	44.56	44.79	42.65	45.52	42.59	44.05	44.45	43.99	44.67	43.83	44.98	44.37
	23:00	77.41	77.93	77.16	78.02	78.24	80.42	78.57	78.60	78.35	79.35	77.62	79.89	78.48	79.54	78.00	78.17
	0:00	93.16	94.31	92.35	93.49	93.58	94.25	94.14	93.55	93.61	93.76	93.97	93.96	92.88	95.07	93.08	93.96

ANEXO D - Datos de Entrenamiento para el Pronóstico de Precios obtenidos por el Modelo Estadístico ARIMA

Hora	Precio	FORECAST	STD	L95	U95	RESIDUAL
01/04/2025 1:00	90	79.61732925	9.228049525	61.53068454	97.70397397	
01/04/2025 2:00	75.78	82.72339434	9.228049525	64.63674962	100.8100391	
01/04/2025 3:00	70.03	67.69098748	9.228049525	49.60434276	85.77763219	
01/04/2025 4:00	60.48	65.18565652	9.228049525	47.09901181	83.27230124	
01/04/2025 5:00	61.59	57.6968856	9.228049525	39.61024088	75.78353031	
01/04/2025 6:00	68.2	62.94100171	9.228049525	44.85435699	81.02764643	
01/04/2025 7:00	84.2	77.45760009	9.228049525	59.37095537	95.5442448	
01/04/2025 8:00	155.5	104.1714415	9.228049525	86.08479683	122.2580863	
01/04/2025 9:00	159.37	134.4622269	9.228049525	116.3755822	152.5488716	
01/04/2025 10:00	87.97	133.6053047	9.228049525	115.5186599	151.6919494	
01/04/2025 11:00	38.1	68.89951077	9.228049525	50.81286605	86.98615548	
01/04/2025 12:00	5.2	29.32972921	9.228049525	11.2430845	47.41637393	
01/04/2025 13:00	0	5.023931	9.228049525	-13.06271372	23.11057572	
01/04/2025 14:00	0	2.300316833	9.228049525	-15.78632788	20.38696155	
01/04/2025 15:00	-0.01	1.793319308	9.228049525	-16.29332541	19.87996402	
01/04/2025 16:00	-0.07	1.285728765	9.228049525	-16.80091595	19.37237348	
01/04/2025 17:00	-0.01	2.122773933	9.228049525	-15.96387078	20.20941865	
01/04/2025 18:00	-0.01	5.246114345	9.228049525	-12.84053037	23.33275906	
01/04/2025 19:00	17.9	19.43823654	9.228049525	1.351591826	37.52488126	
01/04/2025 20:00	53.71	73.92532928	9.228049525	55.83868456	92.011974	
01/04/2025 21:00	114.96	67.50237908	9.228049525	49.41573437	85.5890238	
01/04/2025 22:00	120.93	112.5527123	9.228049525	94.46606757	130.639357	
01/04/2025 23:00	84.2	99.88000684	9.228049525	81.79336212	117.9666516	
02/04/2025 0:00	58.44	60.31576695	9.228049525	42.22912223	78.40241167	

02/04/2025 1:00	38.11	46.29734704	9.228049525	28.21070232	64.38399175
02/04/2025 2:00	26.34	28.63661325	9.228049525	10.54996854	46.72325797
02/04/2025 3:00	26.1	22.15419653	9.228049525	4.067551811	40.24084124
02/04/2025 4:00	20	24.219407	9.228049525	6.132762282	42.30605171
02/04/2025 5:00	20	19.85564806	9.228049525	1.769003347	37.94229278
02/04/2025 6:00	26.34	23.56480036	9.228049525	5.478155643	41.65144508
02/04/2025 7:00	39.87	38.44207755	9.228049525	20.35543284	56.52872227
02/04/2025 8:00	90.08	68.45156949	9.228049525	50.36492478	86.53821421
02/04/2025 9:00	104.9	72.88265568	9.228049525	54.79601096	90.96930039
02/04/2025 10:00	54.33	78.58158892	9.228049525	60.49494421	96.66823364
02/04/2025 11:00	21.15	36.25217615	9.228049525	18.16553143	54.33882087
02/04/2025 12:00	1	10.85024249	9.228049525	-7.23640223	28.9368872
02/04/2025 13:00	0	0.315585115	9.228049525	-17.7710596	18.40222983
02/04/2025 14:00	0	1.167549563	9.228049525	-16.91909515	19.25419428
02/04/2025 15:00	-0.01	0.752771155	9.228049525	-17.33387356	18.83941587
02/04/2025 16:00	-0.02	0.905625659	9.228049525	-17.18101906	18.99227038
02/04/2025 17:00	-0.01	1.894973717	9.228049525	-16.191671	19.98161843
02/04/2025 18:00	0.04	4.551683251	9.228049525	-13.53496147	22.63832797
02/04/2025 19:00	7.96	19.28722846	9.228049525	1.200583743	37.37387318
02/04/2025 20:00	32.96	60.53530177	9.228049525	42.44865705	78.62194648
02/04/2025 21:00	53.11	52.95245151	9.228049525	34.8658068	71.03909623
02/04/2025 22:00	49.23	50.40119679	9.228049525	32.31455207	68.48784151
02/04/2025 23:00	32.95	30.92598742	9.228049525	12.8393427	49.01263214
03/04/2025 0:00	27.3	16.56706238	9.228049525	-1.519582332	34.6537071
03/04/2025 1:00	20.37	17.86696213	9.228049525	-0.219682582	35.95360685
03/04/2025 2:00	19.07	11.37181981	9.228049525	-6.714824903	29.45846453
03/04/2025 3:00	16.32	15.57466406	9.228049525	-2.511980659	33.66130877
03/04/2025 4:00	12.27	12.92056775	9.228049525	-5.166076966	31.00721247
03/04/2025 5:00	9.07	12.42879575	9.228049525	-5.657848967	30.51544047

03/04/2025 6:00	11.94	13.13541859	9.228049525	-4.951226124	31.22206331
03/04/2025 7:00	19.7	24.54144677	9.228049525	6.45480205	42.62809148
03/04/2025 8:00	38.11	51.63622622	9.228049525	33.54958151	69.72287094
03/04/2025 9:00	56.33	23.8613166	9.228049525	5.774671881	41.94796131
03/04/2025 10:00	38.11	31.5714379	9.228049525	13.48479319	49.65808262
03/04/2025 11:00	28.96	24.57269598	9.228049525	6.486051262	42.65934069
03/04/2025 12:00	3.52	18.51219432	9.228049525	0.425549599	36.59883903
03/04/2025 13:00	0.5	-0.712765774	9.228049525	-18.79941049	17.37387894
03/04/2025 14:00	0	0.328661679	9.228049525	-17.75798304	18.4153064
03/04/2025 15:00	0	0.92633743	9.228049525	-17.16030729	19.01298215
03/04/2025 16:00	0	0.909529691	9.228049525	-17.17711503	18.99617441
03/04/2025 17:00	1.87	1.685925671	9.228049525	-16.40071905	19.77257039
03/04/2025 18:00	5	5.995024216	9.228049525	-12.0916205	24.08166893
03/04/2025 19:00	10.06	22.84966375	9.228049525	4.763019037	40.93630847
03/04/2025 20:00	35	58.34401829	9.228049525	40.25737357	76.430663
03/04/2025 21:00	80	54.88424139	9.228049525	36.79759667	72.9708861
03/04/2025 22:00	79	79.23227121	9.228049525	61.14562649	97.31891592
03/04/2025 23:00	35.01	58.65225239	9.228049525	40.56560767	76.7388971
04/04/2025 0:00	10.1	14.88158395	9.228049525	-3.205060765	32.96822867
04/04/2025 1:00	3.6	0.45265308	9.228049525	-17.63399164	18.5392978
04/04/2025 2:00	3.52	-1.280660455	9.228049525	-19.36730517	16.80598426
04/04/2025 3:00	3.52	1.95787149	9.228049525	-16.12877323	20.04451621
04/04/2025 4:00	3.51	0.970603848	9.228049525	-17.11604087	19.05724856
04/04/2025 5:00	3.52	4.026820123	9.228049525	-14.05982459	22.11346484
04/04/2025 6:00	3.52	7.815362901	9.228049525	-10.27128182	25.90200762
04/04/2025 7:00	3.52	15.19051479	9.228049525	-2.896129923	33.27715951
04/04/2025 8:00	35	33.46972064	9.228049525	15.38307592	51.55636535
04/04/2025 9:00	35.01	27.34891091	9.228049525	9.262266189	45.43555562
04/04/2025 10:00	18.83	9.483701633	9.228049525	-8.602943083	27.57034635

04/04/2025 11:00	4.73	7.348549181	9.228049525	-10.73809554	25.4351939
04/04/2025 12:00	3.52	-6.328083905	9.228049525	-24.41472862	11.75856081
04/04/2025 13:00	0	2.818983812	9.228049525	-15.2676609	20.90562853
04/04/2025 14:00	-0.01	-1.173082229	9.228049525	-19.25972695	16.91356249
04/04/2025 15:00	-0.02	-0.265284305	9.228049525	-18.35192902	17.82136041
04/04/2025 16:00	-0.01	0.765723284	9.228049525	-17.32092143	18.852368
04/04/2025 17:00	0	1.672381868	9.228049525	-16.41426285	19.75902658
04/04/2025 18:00	0.01	3.836010041	9.228049525	-14.25063468	21.92265476
04/04/2025 19:00	0.65	16.124488	9.228049525	-1.96215672	34.21113271
04/04/2025 20:00	6.3	46.03407478	9.228049525	27.94743006	64.12071949
04/04/2025 21:00	35.01	28.65371763	9.228049525	10.56707291	46.74036235
04/04/2025 22:00	50.02	35.43132915	9.228049525	17.34468443	53.51797386
04/04/2025 23:00	35.01	31.90970512	9.228049525	13.8230604	49.99634983
05/04/2025 0:00	20.91	18.15073396	9.228049525	0.064089244	36.23737868
05/04/2025 1:00	35	10.43428917	9.228049525	-7.652355551	28.52093388
05/04/2025 2:00	19.97	30.01355621	9.228049525	11.92691149	48.10020092
05/04/2025 3:00	19.1	14.28164612	9.228049525	-3.804998593	32.36829084
05/04/2025 4:00	19.34	15.69746918	9.228049525	-2.389175532	33.7841139
05/04/2025 5:00	13.2	19.76179107	9.228049525	1.675146352	37.84843578
05/04/2025 6:00	16.4	15.64816716	9.228049525	-2.43847756	33.73481187
05/04/2025 7:00	19.75	26.60952574	9.228049525	8.522881026	44.69617046
05/04/2025 8:00	20.3	49.65422554	9.228049525	31.56758083	67.74087026
05/04/2025 9:00	21.46	9.928181188	9.228049525	-8.158463528	28.0148259
05/04/2025 10:00	10	-0.719583347	9.228049525	-18.80622806	17.36706137
05/04/2025 11:00	0.66	0.661989488	9.228049525	-17.42465523	18.7486342
05/04/2025 12:00	-0.13	-8.565919534	9.228049525	-26.65256425	9.520725182
05/04/2025 13:00	-0.3	-1.407995972	9.228049525	-19.49464069	16.67864875
05/04/2025 14:00	-1	-1.110410144	9.228049525	-19.19705486	16.97623457
05/04/2025 15:00	-1.01	-1.450352531	9.228049525	-19.53699725	16.63629219

05/04/2025 16:00	-1.2	-0.406375761	9.228049525	-18.49302048	17.68026896
05/04/2025 17:00	-1	0.326191328	9.228049525	-17.76045339	18.41283604
05/04/2025 18:00	0.1	2.42105247	9.228049525	-15.66559225	20.50769719
05/04/2025 19:00	10	14.35111529	9.228049525	-3.735529427	32.43776001
05/04/2025 20:00	46.49	50.94965059	9.228049525	32.86300587	69.0362953
05/04/2025 21:00	95.61	71.25607342	9.228049525	53.1694287	89.34271813
05/04/2025 22:00	95.61	95.66743659	9.228049525	77.58079187	113.7540813
05/04/2025 23:00	78.99	71.14534746	9.228049525	53.05870275	89.23199218
06/04/2025 0:00	68.75	59.77530879	9.228049525	41.68866407	77.8619535
06/04/2025 1:00	70.45	60.31246132	9.228049525	42.2258166	78.39910604
06/04/2025 2:00	46.21	60.59347942	9.228049525	42.5068347	78.68012413
06/04/2025 3:00	35.01	38.97439664	9.228049525	20.88775193	57.06104136
06/04/2025 4:00	27.01	30.90100394	9.228049525	12.81435923	48.98764866
06/04/2025 5:00	25.5	26.00842158	9.228049525	7.921776867	44.0950663
06/04/2025 6:00	25.57	28.91146039	9.228049525	10.82481567	46.99810511
06/04/2025 7:00	26.51	34.17270485	9.228049525	16.08606014	52.25934957
06/04/2025 8:00	28.87	51.87924532	9.228049525	33.79260061	69.96589004
06/04/2025 9:00	26.25	20.04993923	9.228049525	1.96329451	38.13658394
06/04/2025 10:00	0.1	4.727409866	9.228049525	-13.35923485	22.81405458
06/04/2025 11:00	-1.01	-10.6154066	9.228049525	-28.70205132	7.471238113
06/04/2025 12:00	-1.54	-7.093074061	9.228049525	-25.17971878	10.99357066
06/04/2025 13:00	-1.54	-2.26957896	9.228049525	-20.35622368	15.81706576
06/04/2025 14:00	-1	-2.658147967	9.228049525	-20.74479268	15.42849675
06/04/2025 15:00	-1	-1.254260547	9.228049525	-19.34090526	16.83238417
06/04/2025 16:00	-1.32	-0.571174807	9.228049525	-18.65781952	17.51546991
06/04/2025 17:00	-1.49	-0.041972	9.228049525	-18.12861672	18.04467272
06/04/2025 18:00	-0.01	1.605810181	9.228049525	-16.48083454	19.6924549
06/04/2025 19:00	8.26	13.75273199	9.228049525	-4.333912722	31.83937671
06/04/2025 20:00	35.2	48.49685134	9.228049525	30.41020663	66.58349606

06/04/2025 21:00	75	62.45931977	9.228049525	44.37267505	80.54596448
06/04/2025 22:00	80	75.37131463	9.228049525	57.28466991	93.45795934
06/04/2025 23:00	70.01	58.89654849	9.228049525	40.80990378	76.98319321
07/04/2025 0:00	66.38	53.49613179	9.228049525	35.40948707	71.5827765
07/04/2025 1:00	48.37	59.70107784	9.228049525	41.61443312	77.78772255
07/04/2025 2:00	41.9	34.50636526	9.228049525	16.41972054	52.59300997
07/04/2025 3:00	43.32	37.36316773	9.228049525	19.27652302	55.44981245
07/04/2025 4:00	39.54	40.06106218	9.228049525	21.97441747	58.1477069
07/04/2025 5:00	39.74	36.9582472	9.228049525	18.87160248	55.04489191
07/04/2025 6:00	46.22	41.42287336	9.228049525	23.33622865	59.50951808
07/04/2025 7:00	70.1	53.35521787	9.228049525	35.26857315	71.44186258
07/04/2025 8:00	159.86	92.96362526	9.228049525	74.87698055	111.05027
07/04/2025 9:00	143.04	155.4932303	9.228049525	137.4065856	173.579875
07/04/2025 10:00	60	107.8629019	9.228049525	89.77625714	125.9495466
07/04/2025 11:00	17.43	36.39879375	9.228049525	18.31214904	54.48543847
07/04/2025 12:00	3.01	8.92999686	9.228049525	-9.156647856	27.01664158
07/04/2025 13:00	0.01	4.925876285	9.228049525	-13.16076843	23.012521
07/04/2025 14:00	0	1.235271258	9.228049525	-16.85137346	19.32191597
07/04/2025 15:00	0	0.445967656	9.228049525	-17.64067706	18.53261237
07/04/2025 16:00	0	0.442609414	9.228049525	-17.6440353	18.52925413
07/04/2025 17:00	0	1.086289843	9.228049525	-17.00035487	19.17293456
07/04/2025 18:00	1.51	2.812559733	9.228049525	-15.27408498	20.89920445
07/04/2025 19:00	20	14.46042404	9.228049525	-3.62622068	32.54706875
07/04/2025 20:00	69.1	59.27527828	9.228049525	41.18863356	77.36192299
07/04/2025 21:00	156	98.73265627	9.228049525	80.64601156	116.819301
07/04/2025 22:00	170.01	157.6227596	9.228049525	139.5361149	175.7094044
07/04/2025 23:00	118.34	143.6949621	9.228049525	125.6083174	161.7816068
08/04/2025 0:00	99.84	92.79580128	9.228049525	74.70915657	110.882446
08/04/2025 1:00	83	89.5442795	9.228049525	71.45763479	107.6309242

08/04/2025 2:00	71.8	71.15487526	9.228049525	53.06823054	89.24151998
08/04/2025 3:00	69.07	66.52117683	9.228049525	48.43453211	84.60782154
08/04/2025 4:00	57.65	64.0416059	9.228049525	45.95496118	82.12825062
08/04/2025 5:00	51.22	53.89775957	9.228049525	35.81111485	71.98440429
08/04/2025 6:00	53.16	52.60232303	9.228049525	34.51567831	70.68896774
08/04/2025 7:00	60.5	62.16556902	9.228049525	44.07892431	80.25221374
08/04/2025 8:00	131.17	90.79892202	9.228049525	72.7122773	108.8855667
08/04/2025 9:00	104	125.0864311	9.228049525	106.9997864	143.1730758
08/04/2025 10:00	36.88	64.91622453	9.228049525	46.82957981	83.00286924
08/04/2025 11:00	0.65	15.5198877	9.228049525	-2.56675702	33.60653241
08/04/2025 12:00	-0.01	-7.182995749	9.228049525	-25.26964047	10.90364897
08/04/2025 13:00	-0.86	2.20802634	9.228049525	-15.87861838	20.29467106
08/04/2025 14:00	-1.01	-0.418735191	9.228049525	-18.50537991	17.66790953
08/04/2025 15:00	-1.02	-1.347532652	9.228049525	-19.43417737	16.73911206
08/04/2025 16:00	-1.01	-0.685555836	9.228049525	-18.77220055	17.40108888
08/04/2025 17:00	-1	-0.010752	9.228049525	-18.09739697	18.07589246
08/04/2025 18:00	-0.01	1.689985721	9.228049525	-16.396659	19.77663044
08/04/2025 19:00	0.01	13.65611546	9.228049525	-4.430529252	31.74276018
08/04/2025 20:00	33.68	39.11469059	9.228049525	21.02804587	57.2013353
08/04/2025 21:00	117.6	71.33434016	9.228049525	53.24769545	89.42098488
08/04/2025 22:00	123.49	123.97061	9.228049525	105.8839653	142.0572547
08/04/2025 23:00	85.95	96.04017606	9.228049525	77.95353134	114.1268208
09/04/2025 0:00	69.22	65.37129974	9.228049525	47.28465502	83.45794445
09/04/2025 1:00	50.13	59.58118797	9.228049525	41.49454325	77.66783268
09/04/2025 2:00	37	38.97903313	9.228049525	20.89238842	57.06567785
09/04/2025 3:00	33.68	33.57633141	9.228049525	15.4896867	51.66297613
09/04/2025 4:00	32.06	29.7362544	9.228049525	11.64960968	47.82289911
09/04/2025 5:00	28.46	30.68678522	9.228049525	12.60014051	48.77342994
09/04/2025 6:00	28.9	31.00785583	9.228049525	12.92121112	49.09450055

09/04/2025 7:00	37	38.11878263	9.228049525	20.03213792	56.20542735
09/04/2025 8:00	86.96	73.7397728	9.228049525	55.65312809	91.82641752
09/04/2025 9:00	98.21	77.65481819	9.228049525	59.56817347	95.74146291
09/04/2025 10:00	33.68	61.87950666	9.228049525	43.79286194	79.96615137
09/04/2025 11:00	5.8	10.0650528	9.228049525	-8.021591918	28.15169751
09/04/2025 12:00	-0.01	-2.19506197	9.228049525	-20.28170669	15.89158275
09/04/2025 13:00	-0.01	0.598680113	9.228049525	-17.4879646	18.68532483
09/04/2025 14:00	-0.02	0.267782792	9.228049525	-17.81886192	18.35442751
09/04/2025 15:00	-0.2	-0.15002197	9.228049525	-18.23666669	17.93662275
09/04/2025 16:00	-0.5	-0.025157	9.228049525	-18.11180169	18.06148775
09/04/2025 17:00	-0.02	0.298995987	9.228049525	-17.78764873	18.3856407
09/04/2025 18:00	0	2.479753069	9.228049525	-15.60689165	20.56639779
09/04/2025 19:00	9.81	11.75912627	9.228049525	-6.327518451	29.84577098
09/04/2025 20:00	37	49.04269976	9.228049525	30.95605505	67.12934448
09/04/2025 21:00	70	79.17052373	9.228049525	61.08387902	97.25716845
09/04/2025 22:00	89	71.74664257	9.228049525	53.65999785	89.83328728
09/04/2025 23:00	53.96	66.46106956	9.228049525	48.37442484	84.54771427
10/04/2025 0:00	36.64	37.61910555	9.228049525	19.53246084	55.70575027
10/04/2025 1:00	33.68	26.6124997	9.228049525	8.525854983	44.69914442
10/04/2025 2:00	28.46	25.17202854	9.228049525	7.085383821	43.25867325
10/04/2025 3:00	21.46	25.80167607	9.228049525	7.715031358	43.88832079
10/04/2025 4:00	20.08	16.80183875	9.228049525	-1.284805966	34.88848347
10/04/2025 5:00	18.36	18.85357294	9.228049525	0.766928219	36.94021765
10/04/2025 6:00	17.46	21.55658213	9.228049525	3.469937411	39.64322684
10/04/2025 7:00	15	26.82943756	9.228049525	8.742792846	44.91608228
10/04/2025 8:00	35.01	53.11928762	9.228049525	35.03264291	71.20593234
10/04/2025 9:00	37.5	27.54539126	9.228049525	9.458746542	45.63203597
10/04/2025 10:00	30.48	1.347159318	9.228049525	-16.7394854	19.43380403
10/04/2025 11:00	10.99	15.99966215	9.228049525	-2.086982569	34.08630686

10/04/2025 12:00	0.65	1.826105562	9.228049525	-16.26053915	19.91275028
10/04/2025 13:00	0	-2.581237259	9.228049525	-20.66788198	15.50540746
10/04/2025 14:00	0	-0.035845	9.228049525	-18.12248945	18.05079998
10/04/2025 15:00	-0.01	0.10220089	9.228049525	-17.98444383	18.18884561
10/04/2025 16:00	-0.01	0.140388748	9.228049525	-17.94625597	18.22703346
10/04/2025 17:00	0	0.748076358	9.228049525	-17.33856836	18.83472107
10/04/2025 18:00	0	2.086825205	9.228049525	-15.99981951	20.17346992
10/04/2025 19:00	4.99	11.50625005	9.228049525	-6.580394664	29.59289477
10/04/2025 20:00	20.3	42.28348061	9.228049525	24.19683589	60.37012533
10/04/2025 21:00	38.54	60.76626014	9.228049525	42.67961542	78.85290485
10/04/2025 22:00	50.82	42.92027104	9.228049525	24.83362632	61.00691575
10/04/2025 23:00	43.3	28.95921994	9.228049525	10.87257522	47.04586466
11/04/2025 0:00	33.68	32.06756421	9.228049525	13.9809195	50.15420893
11/04/2025 1:00	21.63	24.75707025	9.228049525	6.670425531	42.84371496
11/04/2025 2:00	16.66	11.27077143	9.228049525	-6.815873291	29.35741614
11/04/2025 3:00	11.98	14.13312301	9.228049525	-3.953521709	32.21976772
11/04/2025 4:00	14	8.948879418	9.228049525	-9.137765298	27.03552413
11/04/2025 5:00	12.51	13.34599598	9.228049525	-4.740648738	31.43264069
11/04/2025 6:00	14	15.228642	9.228049525	-2.858002718	33.31528671
11/04/2025 7:00	14	22.1592448	9.228049525	4.072600085	40.24588952
11/04/2025 8:00	30.48	50.03009298	9.228049525	31.94344827	68.1167377
11/04/2025 9:00	34.37	23.82298758	9.228049525	5.736342865	41.9096323
11/04/2025 10:00	27.5	2.370604231	9.228049525	-15.71604049	20.45724895
11/04/2025 11:00	12.51	12.63828799	9.228049525	-5.448356726	30.72493271
11/04/2025 12:00	3.52	3.639711586	9.228049525	-14.44693313	21.7263563
11/04/2025 13:00	0.01	0.430825093	9.228049525	-17.65581962	18.51746981
11/04/2025 14:00	0	-0.687616265	9.228049525	-18.77426098	17.39902845
11/04/2025 15:00	0	0.15126156	9.228049525	-17.93538316	18.23790628
11/04/2025 16:00	-0.01	0.260967441	9.228049525	-17.82567728	18.34761216

11/04/2025 17:00	0.01	0.6436349	9.228049525	-17.44300982	18.73027962
11/04/2025 18:00	3.52	1.821636778	9.228049525	-16.26500794	19.90828149
11/04/2025 19:00	8.3	14.46920589	9.228049525	-3.617438829	32.5558506
11/04/2025 20:00	28.46	42.38488741	9.228049525	24.29824269	60.47153212
11/04/2025 21:00	52.01	66.12774646	9.228049525	48.04110174	84.21439118
11/04/2025 22:00	58.02	57.21137465	9.228049525	39.12472994	75.29801937
11/04/2025 23:00	41.91	36.31953947	9.228049525	18.23289475	54.40618419
12/04/2025 0:00	35	29.84527522	9.228049525	11.7586305	47.93191993
12/04/2025 1:00	35.01	26.66481514	9.228049525	8.578170421	44.75145985
12/04/2025 2:00	29.24	26.5531419	9.228049525	8.466497179	44.63978661
12/04/2025 3:00	31.22	24.98415392	9.228049525	6.897509199	43.07079863
12/04/2025 4:00	29.24	28.21673307	9.228049525	10.13008836	46.30337779
12/04/2025 5:00	29.09	26.88470142	9.228049525	8.798056706	44.97134614
12/04/2025 6:00	30.38	30.8547458	9.228049525	12.76810108	48.94139051
12/04/2025 7:00	32.68	36.74560211	9.228049525	18.65895739	54.83224682
12/04/2025 8:00	29.24	65.48342192	9.228049525	47.3967772	83.57006664
12/04/2025 9:00	30.95	21.23553956	9.228049525	3.148894846	39.32218428
12/04/2025 10:00	33	2.904618968	9.228049525	-15.18202575	20.99126368
12/04/2025 11:00	20.19	20.07461411	9.228049525	1.987969398	38.16125883
12/04/2025 12:00	8.01	10.88086372	9.228049525	-7.205780998	28.96750843
12/04/2025 13:00	3.52	3.680122085	9.228049525	-14.40652263	21.7667668
12/04/2025 14:00	1.8	2.642912174	9.228049525	-15.44373254	20.72955689
12/04/2025 15:00	0.17	1.801942637	9.228049525	-16.28470208	19.88858735
12/04/2025 16:00	0.01	0.289762766	9.228049525	-17.79688195	18.37640748
12/04/2025 17:00	0.01	0.712081117	9.228049525	-17.3745636	18.79872583
12/04/2025 18:00	18.08	2.115977823	9.228049525	-15.97066689	20.20262254
12/04/2025 19:00	22.57	29.44353067	9.228049525	11.35688596	47.53017539
12/04/2025 20:00	33.84	53.39873027	9.228049525	35.31208556	71.48537499
12/04/2025 21:00	50.02	67.53971321	9.228049525	49.45306849	85.62635792

12/04/2025 22:00	79	54.86760941	9.228049525	36.7809647	72.95425413
12/04/2025 23:00	55.44	60.7930613	9.228049525	42.70641658	78.87970601
13/04/2025 0:00	45.59	41.61237264	9.228049525	23.52572793	59.69901736
13/04/2025 1:00	35	36.66098225	9.228049525	18.57433753	54.74762696
13/04/2025 2:00	35	25.95611528	9.228049525	7.869470562	44.04275999
13/04/2025 3:00	31.3	32.66294933	9.228049525	14.57630462	50.74959405
13/04/2025 4:00	20.08	27.88618025	9.228049525	9.799535537	45.97282497
13/04/2025 5:00	15.31	17.22711531	9.228049525	-0.859529409	35.31376002
13/04/2025 6:00	14.99	17.79373526	9.228049525	-0.292909457	35.88037998
13/04/2025 7:00	21.63	22.04548156	9.228049525	3.958836843	40.13212628
13/04/2025 8:00	27.75	51.18259802	9.228049525	33.09595331	69.26924274
13/04/2025 9:00	17.23	22.22042197	9.228049525	4.133777253	40.30706669
13/04/2025 10:00	9	-8.531970328	9.228049525	-26.61861504	9.554674388
13/04/2025 11:00	2.55	-3.94770311	9.228049525	-22.03434783	14.13894161
13/04/2025 12:00	0.18	-4.324710775	9.228049525	-22.41135549	13.76193394
13/04/2025 13:00	0	-2.280513617	9.228049525	-20.36715833	15.8061311
13/04/2025 14:00	-0.01	-1.000828731	9.228049525	-19.08747345	17.08581599
13/04/2025 15:00	-0.2	-0.571802002	9.228049525	-18.65844672	17.51484271
13/04/2025 16:00	-1.51	-0.195794416	9.228049525	-18.28243913	17.8908503
13/04/2025 17:00	-0.01	-1.130705826	9.228049525	-19.21735054	16.95593889
13/04/2025 18:00	0	4.339594455	9.228049525	-13.74705026	22.42623917
13/04/2025 19:00	1.35	8.953350206	9.228049525	-9.13329451	27.03999492
13/04/2025 20:00	8.24	31.08645808	9.228049525	12.99981336	49.17310279
13/04/2025 21:00	44.31	41.38664024	9.228049525	23.29999553	59.47328496
13/04/2025 22:00	60.55	55.57666926	9.228049525	37.49002454	73.66331398
13/04/2025 23:00	59.04	40.14379572	9.228049525	22.057151	58.23044043
14/04/2025 0:00	38.5	48.15097009	9.228049525	30.06432538	66.23761481
14/04/2025 1:00	39.23	27.83892287	9.228049525	9.752278156	45.92556759
14/04/2025 2:00	38.16	32.11149869	9.228049525	14.02485398	50.19814341

14/04/2025 3:00	37.74	35.30683902	9.228049525	17.2201943	53.39348373
14/04/2025 4:00	35	32.93890129	9.228049525	14.85225657	51.02554601
14/04/2025 5:00	30.01	32.16584669	9.228049525	14.07920197	50.25249141
14/04/2025 6:00	35.01	30.79293963	9.228049525	12.70629492	48.87958435
14/04/2025 7:00	42.5	41.31001248	9.228049525	23.22336777	59.3966572
14/04/2025 8:00	68.19	67.83187678	9.228049525	49.74523206	85.91852149
14/04/2025 9:00	74.94	62.28318433	9.228049525	44.19653961	80.36982904
14/04/2025 10:00	37.74	49.85091996	9.228049525	31.76427524	67.93756467
14/04/2025 11:00	30.55	18.54493322	9.228049525	0.458288507	36.63157794
14/04/2025 12:00	7.4	23.28194602	9.228049525	5.195301303	41.36859074
14/04/2025 13:00	3.52	3.482843866	9.228049525	-14.60380085	21.56948858
14/04/2025 14:00	0.65	2.983599203	9.228049525	-15.10304551	21.07024392
14/04/2025 15:00	0	0.870351739	9.228049525	-17.21629298	18.95699646
14/04/2025 16:00	0	0.066291765	9.228049525	-18.02035295	18.15293648
14/04/2025 17:00	0	0.773158831	9.228049525	-17.31348589	18.85980355
14/04/2025 18:00	0	3.541089552	9.228049525	-14.54555516	21.62773427
14/04/2025 19:00	0.65	7.972442574	9.228049525	-10.11420214	26.05908729
14/04/2025 20:00	4.99	27.44228267	9.228049525	9.355637953	45.52892739
14/04/2025 21:00	35	38.3650287	9.228049525	20.27838398	56.45167342
14/04/2025 22:00	35	46.71785291	9.228049525	28.6312082	64.80449763
14/04/2025 23:00	19.75	16.55881454	9.228049525	-1.527830176	34.64545926
15/04/2025 0:00	13	8.818637968	9.228049525	-9.268006748	26.90528268
15/04/2025 1:00	14	8.362655154	9.228049525	-9.723989562	26.44929987
15/04/2025 2:00	7.5	8.971942561	9.228049525	-9.114702155	27.05858728
15/04/2025 3:00	5.64	5.120870976	9.228049525	-12.96577374	23.20751569
15/04/2025 4:00	4.5	2.780682952	9.228049525	-15.30596176	20.86732767
15/04/2025 5:00	3.6	3.469497527	9.228049525	-14.61714719	21.55614224
15/04/2025 6:00	7.08	6.803026162	9.228049525	-11.28361855	24.88967088
15/04/2025 7:00	20.08	14.47386832	9.228049525	-3.612776395	32.56051304

15/04/2025 8:00	34.45	47.20701437	9.228049525	29.12036965	65.29365908
15/04/2025 9:00	35	30.18159945	9.228049525	12.09495474	48.26824417
15/04/2025 10:00	18.74	9.813969438	9.228049525	-8.272675278	27.90061415
15/04/2025 11:00	5.5	5.686069914	9.228049525	-12.4005748	23.77271463
15/04/2025 12:00	3.52	-4.059837487	9.228049525	-22.1464822	14.02680723
15/04/2025 13:00	0.08	1.928872803	9.228049525	-16.15777191	20.01551752
15/04/2025 14:00	0	-1.245255456	9.228049525	-19.33190017	16.84138926
15/04/2025 15:00	-0.01	-0.51338254	9.228049525	-18.60002726	17.57326218
15/04/2025 16:00	-0.01	-0.025222	9.228049525	-18.11186664	18.06142279
15/04/2025 17:00	-0.01	0.495204498	9.228049525	-17.59144022	18.58184921
15/04/2025 18:00	0	3.037491724	9.228049525	-15.04915299	21.12413644
15/04/2025 19:00	2.55	7.021515061	9.228049525	-11.06512966	25.10815978
15/04/2025 20:00	7.5	26.5931769	9.228049525	8.506532181	44.67982161
15/04/2025 21:00	33.47	40.29777736	9.228049525	22.21113265	58.38442208
15/04/2025 22:00	35	43.08606691	9.228049525	24.99942219	61.17271162
15/04/2025 23:00	21.96	17.33148283	9.228049525	-0.755161884	35.41812755
16/04/2025 0:00	21.46	11.86447168	9.228049525	-6.222173033	29.9511164
16/04/2025 1:00	16.22	17.77448385	9.228049525	-0.312160862	35.86112857
16/04/2025 2:00	16.22	9.647239415	9.228049525	-8.439405301	27.73388413
16/04/2025 3:00	15	14.32817727	9.228049525	-3.758467444	32.41482199
16/04/2025 4:00	12.96	11.95410706	9.228049525	-6.13253766	30.04075177
16/04/2025 5:00	6	11.05206445	9.228049525	-7.034580264	29.13870917
16/04/2025 6:00	6.99	8.311325563	9.228049525	-9.775319153	26.39797028
16/04/2025 7:00	15.98	15.10165816	9.228049525	-2.984986559	33.18830287
16/04/2025 8:00	17.46	41.528356	9.228049525	23.44171128	59.61500071
16/04/2025 9:00	15	13.25215561	9.228049525	-4.834489102	31.33880033
16/04/2025 10:00	3.8	-7.627641284	9.228049525	-25.714286	10.45900343
16/04/2025 11:00	0.66	-7.096386445	9.228049525	-25.18303116	10.99025827
16/04/2025 12:00	0	-6.426022429	9.228049525	-24.51266715	11.66062229

16/04/2025 13:00	0	-2.197380052	9.228049525	-20.28402477	15.88926466
16/04/2025 14:00	0	-1.24603348	9.228049525	-19.3326782	16.84061124
16/04/2025 15:00	0	-0.669115321	9.228049525	-18.75576004	17.4175294
16/04/2025 16:00	-0.01	-0.185277958	9.228049525	-18.27192267	17.90136676
16/04/2025 17:00	-0.01	0.417879178	9.228049525	-17.66876554	18.50452389
16/04/2025 18:00	0	2.638681746	9.228049525	-15.44796297	20.72532646
16/04/2025 19:00	0.65	6.437955221	9.228049525	-11.6486895	24.52459994
16/04/2025 20:00	6.1	22.0627229	9.228049525	3.976078181	40.14936761
16/04/2025 21:00	30.92	38.2372819	9.228049525	20.15063718	56.32392661
16/04/2025 22:00	69.21	39.52693334	9.228049525	21.44028862	57.61357805
16/04/2025 23:00	36	55.34702965	9.228049525	37.26038493	73.43367437
17/04/2025 0:00	22.15	22.04044259	9.228049525	3.953797872	40.1270873
17/04/2025 1:00	20.19	15.65066424	9.228049525	-2.435980475	33.73730896
17/04/2025 2:00	16.22	16.28148547	9.228049525	-1.805159247	34.36813019
17/04/2025 3:00	15.98	14.35290989	9.228049525	-3.733734824	32.43955461
17/04/2025 4:00	15.88	13.17158061	9.228049525	-4.915064109	31.25822532
17/04/2025 5:00	15.5	13.56574701	9.228049525	-4.520897705	31.65239173
17/04/2025 6:00	15.5	17.89445171	9.228049525	-0.192193009	35.98109642
17/04/2025 7:00	16.46	22.75100187	9.228049525	4.664357158	40.83764659
17/04/2025 8:00	22.48	37.52943939	9.228049525	19.44279468	55.61608411
17/04/2025 9:00	19.97	19.27054793	9.228049525	1.183903217	37.35719265
17/04/2025 10:00	9.5	-1.282349627	9.228049525	-19.36899434	16.80429509
17/04/2025 11:00	3.52	-0.805121354	9.228049525	-18.89176607	17.28152336
17/04/2025 12:00	1.49	-3.30018492	9.228049525	-21.38682964	14.7864598
17/04/2025 13:00	0	-0.589436738	9.228049525	-18.67608145	17.49720798
17/04/2025 14:00	0	-1.092073339	9.228049525	-19.17871806	16.99457138
17/04/2025 15:00	0	-0.453990584	9.228049525	-18.5406353	17.63265413
17/04/2025 16:00	0	-0.098692159	9.228049525	-18.18533688	17.98795256
17/04/2025 17:00	0	0.366964918	9.228049525	-17.7196798	18.45360963

17/04/2025 18:00	0	2.300402458	9.228049525	-15.78624226	20.38704717
17/04/2025 19:00	3.52	5.682076081	9.228049525	-12.40456864	23.7687208
17/04/2025 20:00	20.08	23.10335702	9.228049525	5.016712302	41.19000173
17/04/2025 21:00	72.83	51.90766837	9.228049525	33.82102365	69.99431308
17/04/2025 22:00	107.5	86.2136727	9.228049525	68.12702798	104.3003174
17/04/2025 23:00	87.56	86.85627707	9.228049525	68.76963235	104.9429218
18/04/2025 0:00	62.4	71.61607266	9.228049525	53.52942794	89.70271738
18/04/2025 1:00	36	52.46510758	9.228049525	34.37846286	70.55175229
18/04/2025 2:00	21.53	27.90898625	9.228049525	9.822341531	45.99563096
18/04/2025 3:00	20.26	19.88073741	9.228049525	1.794092691	37.96738212
18/04/2025 4:00	20.57	19.0910177	9.228049525	1.004372985	37.17766242
18/04/2025 5:00	20.57	18.86067263	9.228049525	0.774027912	36.94731734
18/04/2025 6:00	20.26	22.47128104	9.228049525	4.384636328	40.55792576
18/04/2025 7:00	15.55	26.37126734	9.228049525	8.284622624	44.45791206
18/04/2025 8:00	18.98	33.95292932	9.228049525	15.86628461	52.03957404
18/04/2025 9:00	12.05	15.96812515	9.228049525	-2.118519562	34.05476987
18/04/2025 10:00	4.31	-7.615108993	9.228049525	-25.70175371	10.47153572
18/04/2025 11:00	2	-4.482422873	9.228049525	-22.56906759	13.60422184
18/04/2025 12:00	0	-3.559483606	9.228049525	-21.64612832	14.52716111
18/04/2025 13:00	-0.3	-2.232559439	9.228049525	-20.31920416	15.85408528
18/04/2025 14:00	-0.79	-1.257812639	9.228049525	-19.34445736	16.82883208
18/04/2025 15:00	-1.16	-1.274959725	9.228049525	-19.36160444	16.81168499
18/04/2025 16:00	-1.54	-1.276109334	9.228049525	-19.36275405	16.81053538
18/04/2025 17:00	-1.54	-1.158895595	9.228049525	-19.24554031	16.92774912
18/04/2025 18:00	-1.51	0.570490925	9.228049525	-17.51615379	18.65713564
18/04/2025 19:00	0	3.98503531	9.228049525	-14.10160941	22.07168003
18/04/2025 20:00	3.52	19.0946907	9.228049525	1.008045983	37.18133542
18/04/2025 21:00	21.53	37.23268417	9.228049525	19.14603945	55.31932889
18/04/2025 22:00	35	36.32323209	9.228049525	18.23658737	54.4098768

18/04/2025 23:00	30	17.5442687	9.228049525	-0.54237602	35.63091341
19/04/2025 0:00	21.05	20.42802001	9.228049525	2.341375293	38.51466473
19/04/2025 1:00	8	13.54903787	9.228049525	-4.537606845	31.63568259
19/04/2025 2:00	4.83	0.816268453	9.228049525	-17.27037626	18.90291317
19/04/2025 3:00	3.83	4.187486362	9.228049525	-13.89915835	22.27413108
19/04/2025 4:00	3.52	2.551408621	9.228049525	-15.5352361	20.63805334
19/04/2025 5:00	3.52	2.261389346	9.228049525	-15.82525537	20.34803406
19/04/2025 6:00	3.52	6.012012554	9.228049525	-12.07463216	24.09865727
19/04/2025 7:00	3.52	9.148424134	9.228049525	-8.938220582	27.23506885
19/04/2025 8:00	3.52	21.20967702	9.228049525	3.123032303	39.29632174
19/04/2025 9:00	2.4	0.084568915	9.228049525	-18.0020758	18.17121363
19/04/2025 10:00	0	-14.52363191	9.228049525	-32.61027663	3.563012806
19/04/2025 11:00	-0.79	-7.140173287	9.228049525	-25.226818	10.94647143
19/04/2025 12:00	-1.54	-6.077956894	9.228049525	-24.16460161	12.00868782
19/04/2025 13:00	-1.54	-3.608062108	9.228049525	-21.69470682	14.47858261
19/04/2025 14:00	-2.2	-2.471624547	9.228049525	-20.55826926	15.61502017
19/04/2025 15:00	-3	-2.700972101	9.228049525	-20.78761682	15.38567262
19/04/2025 16:00	-4	-3.126900916	9.228049525	-21.21354563	14.9597438
19/04/2025 17:00	-4	-3.604260164	9.228049525	-21.69090488	14.48238455
19/04/2025 18:00	-3	-1.990092901	9.228049525	-20.07673762	16.09655182
19/04/2025 19:00	-1.54	2.208715708	9.228049525	-15.87792901	20.29536042
19/04/2025 20:00	0	15.56224386	9.228049525	-2.524400857	33.64888858
19/04/2025 21:00	2.78	31.54827046	9.228049525	13.46162574	49.63491517
19/04/2025 22:00	8	16.40537257	9.228049525	-1.681272149	34.49201728
19/04/2025 23:00	7.55	-6.772684215	9.228049525	-24.85932893	11.3139605
20/04/2025 0:00	8	0.911494299	9.228049525	-17.17515042	18.99813902
20/04/2025 1:00	3.52	1.872282927	9.228049525	-16.21436179	19.95892764
20/04/2025 2:00	2.78	-2.436117897	9.228049525	-20.52276261	15.65052682
20/04/2025 3:00	2.1	1.664974043	9.228049525	-16.42167067	19.75161876

20/04/2025 4:00	2.17	0.550858844	9.228049525	-17.53578587	18.63750356
20/04/2025 5:00	3	1.056964207	9.228049525	-17.02968051	19.14360892
20/04/2025 6:00	3.52	5.268117681	9.228049525	-12.81852704	23.3547624
20/04/2025 7:00	3.52	8.42739132	9.228049525	-9.659253396	26.51403604
20/04/2025 8:00	7	18.85454109	9.228049525	0.767896373	36.94118581
20/04/2025 9:00	3.52	4.121687503	9.228049525	-13.96495721	22.20833222
20/04/2025 10:00	1.6	-12.0715556	9.228049525	-30.15820032	6.015089116
20/04/2025 11:00	0	-4.796411474	9.228049525	-22.88305619	13.29023324
20/04/2025 12:00	-0.02	-4.768027406	9.228049525	-22.85467212	13.31861731
20/04/2025 13:00	-0.99	-1.791319163	9.228049525	-19.87796388	16.29532555
20/04/2025 14:00	-4	-2.047051872	9.228049525	-20.13369659	16.03959284
20/04/2025 15:00	-4.99	-4.757906152	9.228049525	-22.84455087	13.32873856
20/04/2025 16:00	-4.2	-5.003560445	9.228049525	-23.09020516	13.08308427
20/04/2025 17:00	-1.54	-3.49198358	9.228049525	-21.5786283	14.59466114
20/04/2025 18:00	-1.54	0.488507588	9.228049525	-17.59813713	18.5751523
20/04/2025 19:00	-0.3	2.759645706	9.228049525	-15.32699901	20.84629042
20/04/2025 20:00	3.05	14.6147838	9.228049525	-3.471860919	32.70142851
20/04/2025 21:00	35.99	31.02103085	9.228049525	12.93438614	49.10767557
20/04/2025 22:00	82.3	50.79871596	9.228049525	32.71207125	68.88536068
20/04/2025 23:00	80.5	69.5860091	9.228049525	51.49936439	87.67265382
21/04/2025 0:00	40	67.51571523	9.228049525	49.42907052	85.60235995
21/04/2025 1:00	39	25.09182999	9.228049525	7.00518527	43.1784747
21/04/2025 2:00	25.5	34.37369492	9.228049525	16.28705021	52.46033964
21/04/2025 3:00	23.66	23.34297272	9.228049525	5.256328003	41.42961744
21/04/2025 4:00	22.5	21.50139932	9.228049525	3.414754603	39.58804404
21/04/2025 5:00	25	21.09177331	9.228049525	3.00512859	39.17841802
21/04/2025 6:00	29.97	26.2546152	9.228049525	8.167970479	44.34125991
21/04/2025 7:00	60.05	33.4681712	9.228049525	15.38152648	51.55481592
21/04/2025 8:00	72.13	74.71270586	9.228049525	56.62606115	92.79935058

21/04/2025 9:00	65.12	65.37768513	9.228049525	47.29104041	83.46432984
21/04/2025 10:00	33.98	45.85718763	9.228049525	27.77054292	63.94383235
21/04/2025 11:00	25.74	22.39968697	9.228049525	4.313042251	40.48633168
21/04/2025 12:00	15	20.92989545	9.228049525	2.843250729	39.01654016
21/04/2025 13:00	11.83	12.82224446	9.228049525	-5.264400256	30.90888918
21/04/2025 14:00	8.12	10.38883581	9.228049525	-7.697808911	28.47548052
21/04/2025 15:00	6.56	7.226787762	9.228049525	-10.85985695	25.31343248
21/04/2025 16:00	9.27	6.117668757	9.228049525	-11.96897596	24.20431347
21/04/2025 17:00	11.94	9.856359156	9.228049525	-8.23028556	27.94300387
21/04/2025 18:00	20.33	12.95265453	9.228049525	-5.133990188	31.03929924
21/04/2025 19:00	44.86	24.14887098	9.228049525	6.062226268	42.2355157
21/04/2025 20:00	107.78	58.70121923	9.228049525	40.61457451	76.78786394
21/04/2025 21:00	134.09	137.5433811	9.228049525	119.4567364	155.6300258
21/04/2025 22:00	160	143.1726645	9.228049525	125.0860198	161.2593092
21/04/2025 23:00	122.77	139.5079129	9.228049525	121.4212682	157.5945577
22/04/2025 0:00	102.93	100.6115821	9.228049525	82.52493736	118.6982268
22/04/2025 1:00	85.1	92.01929314	9.228049525	73.93264842	110.1059379
22/04/2025 2:00	76.05	75.42361644	9.228049525	57.33697173	93.51026116
22/04/2025 3:00	71.73	71.77384183	9.228049525	53.68719711	89.86048654
22/04/2025 4:00	70.41	67.50465269	9.228049525	49.41800797	85.5912974
22/04/2025 5:00	73.06	66.95132806	9.228049525	48.86468334	85.03797278
22/04/2025 6:00	66	72.49103833	9.228049525	54.40439361	90.57768304
22/04/2025 7:00	84.48	69.48428239	9.228049525	51.39763768	87.57092711
22/04/2025 8:00	120.62	96.56983058	9.228049525	78.48318586	114.6564753
22/04/2025 9:00	126.6	115.7023858	9.228049525	97.61574113	133.7890306
22/04/2025 10:00	83.51	103.8231629	9.228049525	85.73651819	121.9098076
22/04/2025 11:00	69.7	66.48700262	9.228049525	48.4003579	84.57364733
22/04/2025 12:00	45	61.08906057	9.228049525	43.00241586	79.17570529
22/04/2025 13:00	30	40.12240202	9.228049525	22.03575731	58.20904674

22/04/2025 14:00	20.37	26.6753475	9.228049525	8.588702779	44.76199221
22/04/2025 15:00	15	19.18815356	9.228049525	1.101508846	37.27479828
22/04/2025 16:00	5.11	14.85838755	9.228049525	-3.228257169	32.94503226
22/04/2025 17:00	4.31	4.943308245	9.228049525	-13.14333647	23.02995296
22/04/2025 18:00	5.79	6.967764294	9.228049525	-11.11888042	25.05440901
22/04/2025 19:00	21.7	12.85066009	9.228049525	-5.235984631	30.9373048
22/04/2025 20:00	60	42.38713913	9.228049525	24.30049442	60.47378385
22/04/2025 21:00	99.99	89.17625131	9.228049525	71.08960659	107.262896
22/04/2025 22:00	130.04	116.374869	9.228049525	98.28822428	134.4615137
22/04/2025 23:00	105.03	109.973105	9.228049525	91.88646026	128.0597497
23/04/2025 0:00	75.81	84.85970807	9.228049525	66.77306336	102.9463528
23/04/2025 1:00	72.84	63.34791655	9.228049525	45.26127183	81.43456126
23/04/2025 2:00	62.4	65.71625657	9.228049525	47.62961185	83.80290128
23/04/2025 3:00	60.98	58.3601199	9.228049525	40.27347518	76.44676461
23/04/2025 4:00	53.17	57.42123024	9.228049525	39.33458553	75.50787496
23/04/2025 5:00	50.92	50.42951238	9.228049525	32.34286767	68.5161571
23/04/2025 6:00	53.17	50.14470037	9.228049525	32.05805565	68.23134508
23/04/2025 7:00	73	61.02138914	9.228049525	42.93474442	79.10803385
23/04/2025 8:00	80.24	88.74532497	9.228049525	70.65868026	106.8319697
23/04/2025 9:00	67.11	74.40198087	9.228049525	56.31533616	92.48862559
23/04/2025 10:00	45	43.46917971	9.228049525	25.38253499	61.55582442
23/04/2025 11:00	11.5	35.42027764	9.228049525	17.33363293	53.50692236
23/04/2025 12:00	4.31	1.036932006	9.228049525	-17.04971271	19.12357672
23/04/2025 13:00	0.65	2.469238305	9.228049525	-15.61740641	20.55588302
23/04/2025 14:00	0.28	-0.383023636	9.228049525	-18.46966835	17.70362108
23/04/2025 15:00	0	-0.552365214	9.228049525	-18.63900993	17.5342795
23/04/2025 16:00	0	-0.937284403	9.228049525	-19.02392912	17.14936031
23/04/2025 17:00	0	0.650528889	9.228049525	-17.43611583	18.73717361
23/04/2025 18:00	0	2.117219712	9.228049525	-15.969425	20.20386443

23/04/2025 19:00	3.52	7.787950754	9.228049525	-10.29869396	25.87459547
23/04/2025 20:00	31.24	25.77258445	9.228049525	7.685939729	43.85922916
23/04/2025 21:00	88.73	62.50681894	9.228049525	44.42017422	80.59346366
23/04/2025 22:00	116.7	110.8741979	9.228049525	92.78755313	128.9608426
23/04/2025 23:00	105.58	96.06038677	9.228049525	77.97374206	114.1470315
24/04/2025 0:00	80.24	85.33723475	9.228049525	67.25059003	103.4238795
24/04/2025 1:00	75.24	68.73365246	9.228049525	50.64700774	86.82029718
24/04/2025 2:00	55.89	66.44780819	9.228049525	48.36116348	84.53445291
24/04/2025 3:00	45.5	51.23243528	9.228049525	33.14579056	69.31907999
24/04/2025 4:00	47.46	41.48829521	9.228049525	23.40165049	59.57493993
24/04/2025 5:00	47.46	47.21966613	9.228049525	29.13302141	65.30631084
24/04/2025 6:00	53.17	47.50820448	9.228049525	29.42155976	65.59484919
24/04/2025 7:00	65.74	62.45721554	9.228049525	44.37057082	80.54386025
24/04/2025 8:00	95	79.5072503	9.228049525	61.42060558	97.59389501
24/04/2025 9:00	71.33	90.59148109	9.228049525	72.50483637	108.6781258
24/04/2025 10:00	19.97	45.55722653	9.228049525	27.47058182	63.64387125
24/04/2025 11:00	0.65	4.107169039	9.228049525	-13.97947568	22.19381376
24/04/2025 12:00	0	-5.066335361	9.228049525	-23.15298008	13.02030936
24/04/2025 13:00	-0.01	-0.275335708	9.228049525	-18.36198042	17.81130901
24/04/2025 14:00	-0.01	-1.420987174	9.228049525	-19.50763189	16.66565754
24/04/2025 15:00	-0.01	-1.194860825	9.228049525	-19.28150554	16.89178389
24/04/2025 16:00	-0.01	-0.98471169	9.228049525	-19.07135641	17.10193303
24/04/2025 17:00	-0.01	0.51981141	9.228049525	-17.56683331	18.60645613
24/04/2025 18:00	0	1.814548465	9.228049525	-16.27209625	19.90119318
24/04/2025 19:00	3.52	7.231550057	9.228049525	-10.85509466	25.31819477
24/04/2025 20:00	47.46	26.47181973	9.228049525	8.385175011	44.55846444
24/04/2025 21:00	102.35	83.45443619	9.228049525	65.36779147	101.5410809
24/04/2025 22:00	114.48	123.4334402	9.228049525	105.3467955	141.520085
24/04/2025 23:00	106.53	92.4117848	9.228049525	74.32514008	110.4984295

25/04/2025 0:00	93.1	86.87010387	9.228049525	68.78345915	104.9567486
25/04/2025 1:00	74.24	83.96758234	9.228049525	65.88093762	102.0542271
25/04/2025 2:00	65.01	61.56004899	9.228049525	43.47340428	79.64669371
25/04/2025 3:00	69.39	60.5892535	9.228049525	42.50260879	78.67589822
25/04/2025 4:00	61.31	67.08358537	9.228049525	48.99694065	85.17023008
25/04/2025 5:00	65.2	57.86989022	9.228049525	39.7832455	75.95653494
25/04/2025 6:00	72.99	65.3689274	9.228049525	47.28228268	83.45557211
25/04/2025 7:00	92.52	82.25689154	9.228049525	64.17024682	100.3435363
25/04/2025 8:00	113.39	107.5708784	9.228049525	89.48423364	125.6575231
25/04/2025 9:00	99	104.0021918	9.228049525	85.9155471	122.0888365
25/04/2025 10:00	40.5	69.82000653	9.228049525	51.73336182	87.90665125
25/04/2025 11:00	15	22.14304869	9.228049525	4.056403977	40.22969341
25/04/2025 12:00	0.65	8.273908338	9.228049525	-9.812736378	26.36055305
25/04/2025 13:00	0	-0.835223725	9.228049525	-18.92186844	17.25142099
25/04/2025 14:00	0	-0.381778924	9.228049525	-18.46842364	17.70486579
25/04/2025 15:00	-0.01	-0.361023008	9.228049525	-18.44766772	17.72562171
25/04/2025 16:00	-0.12	-0.836383151	9.228049525	-18.92302787	17.25026157
25/04/2025 17:00	-0.21	0.326234711	9.228049525	-17.76041001	18.41287943
25/04/2025 18:00	-0.01	1.377481137	9.228049525	-16.70916358	19.46412585
25/04/2025 19:00	0	6.771076163	9.228049525	-11.31556855	24.85772088
25/04/2025 20:00	20.08	25.36041497	9.228049525	7.273770255	43.44705969
25/04/2025 21:00	79.5	56.86211162	9.228049525	38.7754669	74.94875633
25/04/2025 22:00	109.63	102.4816339	9.228049525	84.39498921	120.5682786
25/04/2025 23:00	77	92.94885043	9.228049525	74.86220571	111.0354951
26/04/2025 0:00	40.7	55.26948897	9.228049525	37.18284426	73.35613369
26/04/2025 1:00	19.86	30.22079487	9.228049525	12.13415015	48.30743958
26/04/2025 2:00	7.83	12.36450884	9.228049525	-5.72213588	30.45115355
26/04/2025 3:00	5.3	8.244391687	9.228049525	-9.842253029	26.3310364
26/04/2025 4:00	7.11	4.798463457	9.228049525	-13.28818126	22.88510817

26/04/2025 5:00	7.11	9.147075846	9.228049525	-8.93956887	27.23372056
26/04/2025 6:00	5.3	10.54660195	9.228049525	-7.540042762	28.63324667
26/04/2025 7:00	8.5	17.75635272	9.228049525	-0.330292001	35.84299743
26/04/2025 8:00	15.5	27.01619537	9.228049525	8.929550656	45.10284009
26/04/2025 9:00	6.98	9.801848296	9.228049525	-8.28479642	27.88849301
26/04/2025 10:00	0	-19.10482015	9.228049525	-37.19146486	-1.01817543
26/04/2025 11:00	-0.51	-9.952411046	9.228049525	-28.03905576	8.13423367
26/04/2025 12:00	-1.54	-6.806020593	9.228049525	-24.89266531	11.28062412
26/04/2025 13:00	-2	-4.645470088	9.228049525	-22.7321148	13.44117463
26/04/2025 14:00	-2	-4.022626115	9.228049525	-22.10927083	14.0640186
26/04/2025 15:00	-3	-2.859100699	9.228049525	-20.94574542	15.22754402
26/04/2025 16:00	-3	-3.72994187	9.228049525	-21.81658659	14.35670285
26/04/2025 17:00	-3.03	-2.421657619	9.228049525	-20.50830234	15.6649871
26/04/2025 18:00	-2.5	-1.435302549	9.228049525	-19.52194727	16.65134217
26/04/2025 19:00	-1.54	3.562685776	9.228049525	-14.52395894	21.64933049
26/04/2025 20:00	0	23.31890519	9.228049525	5.232260473	41.40554991
26/04/2025 21:00	11	38.17710466	9.228049525	20.09045994	56.26374937
26/04/2025 22:00	23.04	32.72750065	9.228049525	14.64085593	50.81414537
26/04/2025 23:00	18.45	9.434771143	9.228049525	-8.651873573	27.52141586
27/04/2025 0:00	16.08	4.703766917	9.228049525	-13.3828778	22.79041163
27/04/2025 1:00	14	9.579428709	9.228049525	-8.507216007	27.66607343
27/04/2025 2:00	5.11	5.792733628	9.228049525	-12.29391109	23.87937834
27/04/2025 3:00	3.6	3.205795234	9.228049525	-14.88084948	21.29243995
27/04/2025 4:00	3.52	2.578375657	9.228049525	-15.50826906	20.66502037
27/04/2025 5:00	3.52	5.020217404	9.228049525	-13.06642731	23.10686212
27/04/2025 6:00	3.52	6.495979971	9.228049525	-11.59066475	24.58262469
27/04/2025 7:00	3.6	15.19639993	9.228049525	-2.890244789	33.28304464
27/04/2025 8:00	3.52	20.36794053	9.228049525	2.281295812	38.45458524
27/04/2025 9:00	0	-2.826414879	9.228049525	-20.9130596	15.26022984

27/04/2025 10:00	-1.51	-22.11749074	9.228049525	-40.20413545	-4.030846022
27/04/2025 11:00	-3	-9.341895995	9.228049525	-27.42854071	8.744748721
27/04/2025 12:00	-5	-9.121888206	9.228049525	-27.20853292	8.96475651
27/04/2025 13:00	-5	-7.936545756	9.228049525	-26.02319047	10.15009896
27/04/2025 14:00	-5.8	-6.461677134	9.228049525	-24.54832185	11.62496758
27/04/2025 15:00	-5.8	-6.573709709	9.228049525	-24.66035443	11.51293501
27/04/2025 16:00	-6.01	-6.149920417	9.228049525	-24.23656513	11.9367243
27/04/2025 17:00	-5.17	-5.401347549	9.228049525	-23.48799227	12.68529717
27/04/2025 18:00	-3.02	-3.531430248	9.228049525	-21.61807496	14.55521447
27/04/2025 19:00	-0.99	2.589248999	9.228049525	-15.49739572	20.67589372
27/04/2025 20:00	3.52	20.84811245	9.228049525	2.761467729	38.93475716
27/04/2025 21:00	35	38.27200416	9.228049525	20.18535944	56.35864887
27/04/2025 22:00	100.7	56.80137565	9.228049525	38.71473093	74.88802036
27/04/2025 23:00	85.14	90.38286187	9.228049525	72.29621715	108.4695066
28/04/2025 0:00	40	64.49528941	9.228049525	46.40864469	82.58193412
28/04/2025 1:00	24.63	25.10455312	9.228049525	7.017908406	43.19119784
28/04/2025 2:00	16.3	16.54868036	9.228049525	-1.537964354	34.63532508
28/04/2025 3:00	18.1	16.59635742	9.228049525	-1.490287292	34.68300214
28/04/2025 4:00	18	17.50164625	9.228049525	-0.584998467	35.58829097
28/04/2025 5:00	18	18.37866622	9.228049525	0.292021505	36.46531094
28/04/2025 6:00	25	19.69390672	9.228049525	1.607261999	37.78055143
28/04/2025 7:00	25	35.01887587	9.228049525	16.93223116	53.10552059
28/04/2025 8:00	47.94	38.15646634	9.228049525	20.06982163	56.24311106
28/04/2025 9:00	33	42.45023038	9.228049525	24.36358567	60.5368751
28/04/2025 10:00	3.52	9.24783812	9.228049525	-8.838806596	27.33448284
28/04/2025 11:00	0	-8.047855079	9.228049525	-26.1344998	10.03878964
28/04/2025 12:00	-0.01	-4.158403374	9.228049525	-22.24504809	13.92824134
28/04/2025 13:00	-1.01	-1.142874135	9.228049525	-19.22951885	16.94377058
28/04/2025 14:00	-2.5	-2.727412169	9.228049525	-20.81405689	15.35923255

28/04/2025 15:00	-3	-3.487095348	9.228049525	-21.57374006	14.59954937
28/04/2025 16:00	-1.54	-3.467654578	9.228049525	-21.55429929	14.61899014
28/04/2025 17:00	-0.3	-0.855224166	9.228049525	-18.94186888	17.23142055
28/04/2025 18:00	-0.01	1.148965473	9.228049525	-16.93767924	19.23561019
28/04/2025 19:00	0.01	4.63066489	9.228049525	-13.45597983	22.71730961
28/04/2025 20:00	5.2	19.35257486	9.228049525	1.265930142	37.43921957
28/04/2025 21:00	40.7	39.71150468	9.228049525	21.62485997	57.7981494
28/04/2025 22:00	80.8	68.47644161	9.228049525	50.38979689	86.56308632
28/04/2025 23:00	61.15	67.16067469	9.228049525	49.07402997	85.2473194
29/04/2025 0:00	35	39.02621735	9.228049525	20.93957263	57.11286207
29/04/2025 1:00	6.77	24.23661207	9.228049525	6.149967349	42.32325678
29/04/2025 2:00	3.52	-2.868500256	9.228049525	-20.95514497	15.21814446
29/04/2025 3:00	3.52	5.043825451	9.228049525	-13.04281927	23.13047017
29/04/2025 4:00	3.52	3.84705294	9.228049525	-14.23959178	21.93369766
29/04/2025 5:00	3.3	4.437341291	9.228049525	-13.64930343	22.52398601
29/04/2025 6:00	3.52	6.470557308	9.228049525	-11.61608741	24.55720202
29/04/2025 7:00	3.52	12.42762372	9.228049525	-5.659020996	30.51426844
29/04/2025 8:00	14	19.35587768	9.228049525	1.269232967	37.4425224
29/04/2025 9:00	3.52	7.659816823	9.228049525	-10.42682789	25.74646154
29/04/2025 10:00	3	-18.2945788	9.228049525	-36.38122352	-0.207934086
29/04/2025 11:00	0	-3.25298737	9.228049525	-21.33963209	14.83365735
29/04/2025 12:00	-0.3	-5.139049805	9.228049525	-23.22569452	12.94759491
29/04/2025 13:00	-1.01	-2.839664994	9.228049525	-20.92630971	15.24697972
29/04/2025 14:00	-1.9	-2.676562186	9.228049525	-20.7632069	15.41008253
29/04/2025 15:00	-1.66	-2.780813493	9.228049525	-20.86745821	15.30583122
29/04/2025 16:00	-1.54	-1.89622641	9.228049525	-19.98287113	16.19041831
29/04/2025 17:00	-1.54	-1.032730704	9.228049525	-19.11937542	17.05391401
29/04/2025 18:00	-1	-0.321864981	9.228049525	-18.4085097	17.76477974
29/04/2025 19:00	0	3.243083976	9.228049525	-14.84356074	21.32972869

29/04/2025 20:00	0.65	17.68661767	9.228049525	-0.400027045	35.77326239
29/04/2025 21:00	12.53	34.84790486	9.228049525	16.76126015	52.93454958
29/04/2025 22:00	35.01	40.32887299	9.228049525	22.24222827	58.4155177
29/04/2025 23:00	33.68	21.88628758	9.228049525	3.799642864	39.9729323
30/04/2025 0:00	17.93	16.82740902	9.228049525	-1.259235697	34.91405374
30/04/2025 1:00	35	7.13071707	9.228049525	-10.95592765	25.21736179
30/04/2025 2:00	16.46	29.45340321	9.228049525	11.36675849	47.54004793
30/04/2025 3:00	13.3	12.44327836	9.228049525	-5.643366359	30.52992307
30/04/2025 4:00	13.3	11.2399146	9.228049525	-6.846730117	29.32655932
30/04/2025 5:00	15.41	14.43909953	9.228049525	-3.647545186	32.52574425
30/04/2025 6:00	35	18.03899785	9.228049525	-0.047647	36.12564257
30/04/2025 7:00	87.99	43.63439411	9.228049525	25.54774939	61.72103883
30/04/2025 8:00	117.01	104.9047616	9.228049525	86.81811693	122.9914064
30/04/2025 9:00	98.03	103.956971	9.228049525	85.87032633	122.0436158
30/04/2025 10:00	35	69.63859548	9.228049525	51.55195076	87.7252402
30/04/2025 11:00	7.08	18.69111306	9.228049525	0.604468345	36.77775778
30/04/2025 12:00	0.1	2.219661482	9.228049525	-15.86698323	20.3063062
30/04/2025 13:00	0	1.007911246	9.228049525	-17.07873347	19.09455596
30/04/2025 14:00	0	-0.0488	9.228049525	-18.13544478	18.03784466
30/04/2025 15:00	-0.17	-0.433002383	9.228049525	-18.5196471	17.65364233
30/04/2025 16:00	-0.02	-0.568189624	9.228049525	-18.65483434	17.51845509
30/04/2025 17:00	-0.01	0.319370475	9.228049525	-17.76727424	18.40601519
30/04/2025 18:00	0	1.055629092	9.228049525	-17.03101562	19.14227381
30/04/2025 19:00	0.65	3.694060888	9.228049525	-14.39258383	21.7807056
30/04/2025 20:00	3.6	16.07433358	9.228049525	-2.012311132	34.1609783
30/04/2025 21:00	35.01	35.1084272	9.228049525	17.02178248	53.19507191
30/04/2025 22:00	108.14	63.4958345	9.228049525	45.40918979	81.58247922
30/04/2025 23:00	95.1	98.566992	9.228049525	80.48034729	116.6536367
01/05/2025 0:00	47.9	70.37781452	9.228049525	52.29116981	88.46445924

01/05/2025 1:00	33.11998	9.228049525	15.03333528	51.20662472
01/05/2025 2:00	23.75988078	13.60333361	-2.902163155	50.42192472
01/05/2025 3:00	23.69739241	16.39617274	-8.438515646	55.83330046
01/05/2025 4:00	22.854862	18.28925714	-12.9914233	58.70114731
01/05/2025 5:00	22.93432131	19.78804693	-15.849538	61.71818062
01/05/2025 6:00	26.98683061	21.05263432	-14.27557443	68.24923565
01/05/2025 7:00	39.80653184	22.13831276	-3.583763856	83.19682753
01/05/2025 8:00	56.17862959	23.07219098	10.95796624	101.3992929
01/05/2025 9:00	46.38399912	23.87886063	-0.417707702	93.18570594
01/05/2025 10:00	19.86240255	24.57979246	-28.31310542	68.03791053
01/05/2025 11:00	7.868027562	25.19222628	-41.50782864	57.24388377
01/05/2025 12:00	2.659866814	25.7296055	-47.76923331	53.08896694
01/05/2025 13:00	1.05996331	26.20264542	-50.29627801	52.41620463
01/05/2025 14:00	-0.080159199	26.62012924	-52.25465378	52.09433538
01/05/2025 15:00	-0.647096474	26.98938942	-53.5453277	52.25113476
01/05/2025 16:00	-0.885081198	27.31660892	-54.42465086	52.65448847
01/05/2025 17:00	-0.530074545	27.60703941	-54.63887751	53.57872842
01/05/2025 18:00	0.502442644	27.86517137	-54.11228967	55.11717495
01/05/2025 19:00	3.910248214	28.09486821	-51.15468162	58.97517805
01/05/2025 20:00	17.85582797	28.29947173	-37.61011739	73.32177333
01/05/2025 21:00	49.91421642	28.4818858	-5.909253961	105.7376868
01/05/2025 22:00	82.83943113	28.64464359	26.69696134	138.9819009
01/05/2025 23:00	68.16443067	28.78996228	11.73714147	124.5917199
02/05/2025 0:00	43.55176437	28.91978822	-13.12997898	100.2335077
02/05/2025 1:00	33.9878768	29.16646217	-23.1773386	91.1530922
02/05/2025 2:00	24.28524696	29.40629612	-33.35003435	81.92052826
02/05/2025 3:00	22.82958674	29.61506541	-35.21487487	80.87404835
02/05/2025 4:00	21.60779148	29.79311099	-36.78563304	80.001216
02/05/2025 5:00	21.77539402	29.95040534	-36.92632176	80.47710981

02/05/2025 6:00	25.97588349	30.09126558	-33.0019133	84.95368028
02/05/2025 7:00	38.87404271	30.21760946	-20.35138354	98.09946895
02/05/2025 8:00	55.28638371	30.33068594	-4.160668355	114.7334358
02/05/2025 9:00	45.52529316	30.43181048	-14.11995936	105.1705457
02/05/2025 10:00	19.03972717	30.52227402	-40.78283064	78.86228498
02/05/2025 11:00	7.082008619	30.60324539	-52.89925016	67.06326739
02/05/2025 12:00	1.908924766	30.67575005	-58.21444053	62.03229006
02/05/2025 13:00	0.341957175	30.74069113	-59.90869029	60.59260464
02/05/2025 14:00	-0.76714441	30.79887044	-61.13182124	59.59753242
02/05/2025 15:00	-1.304717422	30.8510026	-61.7715714	59.16213655
02/05/2025 16:00	-1.514859929	30.89772492	-62.07328797	59.04356812
02/05/2025 17:00	-1.133460642	30.93960591	-61.77397392	59.50705264
02/05/2025 18:00	-0.075935621	30.97715289	-60.79003963	60.63816839
02/05/2025 19:00	3.355562224	31.01081888	-57.42452592	64.13565036
02/05/2025 20:00	17.32358832	31.04100865	-43.51567068	78.16284732
02/05/2025 21:00	49.40324348	31.06808404	-11.48908231	110.2955693
02/05/2025 22:00	82.34860749	31.09236866	21.40868473	143.2885302
02/05/2025 23:00	67.69269763	31.11415202	6.710080254	128.675315
03/05/2025 0:00	43.09811879	31.13369326	-17.92279871	104.1190363
03/05/2025 1:00	33.55136823	31.21394645	-27.62684263	94.72957909
03/05/2025 2:00	23.86497491	31.29717788	-37.47636656	85.20631637
03/05/2025 3:00	22.42469802	31.36891738	-39.05725029	83.90664633
03/05/2025 4:00	21.21747775	31.42856374	-40.38137526	82.81633076
03/05/2025 5:00	21.39888941	31.48108891	-40.30291104	83.10068987
03/05/2025 6:00	25.61246238	31.52836978	-36.18200688	87.40693164
03/05/2025 7:00	38.52301759	31.57101202	-23.35502891	100.4010641
03/05/2025 8:00	54.94710322	31.60930426	-7.005994708	116.9002012
03/05/2025 9:00	45.19714016	31.64362554	-16.82322624	107.2175066
03/05/2025 10:00	18.72211694	31.67438732	-43.35854144	80.80277533

03/05/2025 11:00	6.774387177	31.7019717	-55.3603356	68.90910995
03/05/2025 12:00	1.610767228	31.72671365	-60.57244886	63.79398332
03/05/2025 13:00	0.0527662	31.74890821	-62.1739504	62.27948289
03/05/2025 14:00	-1.047839902	31.7688186	-63.3135802	61.21790039
03/05/2025 15:00	-1.577363882	31.78668085	-63.87811354	60.72338577
03/05/2025 16:00	-1.779880309	31.80270661	-64.11203987	60.55227925
03/05/2025 17:00	-1.391255667	31.81708551	-63.75159737	60.96908603
03/05/2025 18:00	-0.326884962	31.82998746	-62.71251402	62.05874409
03/05/2025 19:00	3.111098849	31.84156468	-59.29722113	65.51941882
03/05/2025 20:00	17.0852701	31.85195358	-45.34341176	79.51395195
03/05/2025 21:00	49.17074749	31.86127648	-13.2762069	111.6177019
03/05/2025 22:00	82.12162781	31.86964302	19.6582753	144.5849803
03/05/2025 23:00	67.47094438	31.87715151	4.992875482	129.9490133
04/05/2025 0:00	42.88131734	31.88389014	-19.60995903	105.3725937
04/05/2025 1:00	33.33925839	31.93539239	-29.25296053	95.93147731
04/05/2025 2:00	23.65731014	31.99064311	-39.04319821	86.35781848
04/05/2025 3:00	22.22124475	32.03791533	-40.57191544	85.01440494
04/05/2025 4:00	21.01801468	32.07659763	-41.85096143	83.88699079
04/05/2025 5:00	21.20320687	32.11054764	-41.73231004	84.13872378
04/05/2025 6:00	25.42036171	32.14115647	-37.5751474	88.41587082
04/05/2025 7:00	38.33431058	32.16881565	-24.71540952	101.3840307
04/05/2025 8:00	54.76161153	32.19367421	-8.336830445	117.8600535
04/05/2025 9:00	45.01469485	32.21596224	-18.12743087	108.1568206
04/05/2025 10:00	18.54255793	32.23594386	-44.63873105	81.7238469
04/05/2025 11:00	6.597562792	32.25386693	-56.61885476	69.81398034
04/05/2025 12:00	1.436533779	32.26994803	-61.81140214	64.6844697
04/05/2025 13:00	-0.119012416	32.28437744	-63.39522946	63.15720463
04/05/2025 14:00	-1.217292763	32.29732497	-64.51888651	62.08430098
04/05/2025 15:00	-1.744613158	32.3089431	-65.06897801	61.57975169

04/05/2025 16:00	-1.945041792	32.31936871	-65.28984046	61.39975688
04/05/2025 17:00	-1.554439063	32.32872456	-64.91757487	61.80869674
04/05/2025 18:00	-0.488194213	32.3371207	-63.86778616	62.89139773
04/05/2025 19:00	2.951565262	32.3446558	-60.44279519	66.34592571
04/05/2025 20:00	16.92741887	32.35141831	-46.48019586	80.3350336
04/05/2025 21:00	49.01449022	32.35748759	-14.40502009	112.4340005
04/05/2025 22:00	81.96688073	32.36293482	18.53669405	145.3970674
04/05/2025 23:00	67.31762815	32.36782384	3.87785916	130.7573971
05/05/2025 0:00	42.72935677	32.37221193	-20.71901271	106.1777262
05/05/2025 1:00	33.18858224	32.41665634	-30.34689669	96.72406116
05/05/2025 2:00	23.50785091	32.46490981	-40.12220307	87.13790489
05/05/2025 3:00	22.07293851	32.50608413	-41.63781567	85.78369269
05/05/2025 4:00	20.87080084	32.53958301	-42.90560994	84.64721161
05/05/2025 5:00	21.05702802	32.56894631	-42.77693377	84.89098981
05/05/2025 6:00	25.27516347	32.59543334	-38.61071193	89.16103887
05/05/2025 7:00	38.19004142	32.61938322	-25.74277489	102.1228577
05/05/2025 8:00	54.61822264	32.64091355	-9.356792346	118.5932376
05/05/2025 9:00	44.87213996	32.66021897	-19.14071295	108.8849929
05/05/2025 10:00	18.40079322	32.67752756	-45.64598389	82.44757033
05/05/2025 11:00	6.456546746	32.69305411	-57.62066186	70.53375535
05/05/2025 12:00	1.296227054	32.70698609	-62.80828772	65.40074183
05/05/2025 13:00	-0.258647092	32.71948802	-64.3876652	63.87037102
05/05/2025 14:00	-1.356290706	32.73070672	-65.50729706	62.79471565
05/05/2025 15:00	-1.883007825	32.74077408	-66.05374584	62.28773019
05/05/2025 16:00	-2.082864882	32.74980854	-66.27131011	62.10558035
05/05/2025 17:00	-1.691720613	32.75791634	-65.89605685	62.51261563
05/05/2025 18:00	-0.624962678	32.76519275	-64.84356042	63.59363506
05/05/2025 19:00	2.815282921	32.77172317	-61.41611421	67.04668005
05/05/2025 20:00	16.79159711	32.77758421	-47.45128745	81.03448167

05/05/2025 21:00	48.87910484	32.78284459	-15.37408986	113.1322995
05/05/2025 22:00	81.8319088	32.78756594	17.56946042	146.0943572
05/05/2025 23:00	67.18304794	32.79180356	2.912293979	131.4538019
06/05/2025 0:00	42.59514769	32.79560706	-21.683061	106.8733564
06/05/2025 1:00	33.0547248	32.83785204	-31.30628254	97.41573213
06/05/2025 2:00	23.37432663	32.88388157	-41.07689691	87.82555018
06/05/2025 3:00	21.93972988	32.92312745	-42.58841418	86.46787395
06/05/2025 4:00	20.73789127	32.95500315	-43.852728	85.32851055
06/05/2025 5:00	20.92440181	32.98293332	-43.72095959	85.56976322
06/05/2025 6:00	25.14280572	33.00813162	-39.55194345	89.83755489
06/05/2025 7:00	38.05793803	33.03092073	-26.68147699	102.797353
06/05/2025 8:00	54.48636023	33.05140924	-10.29321152	119.265932
06/05/2025 9:00	44.74050588	33.06978103	-20.0750739	109.5560857
06/05/2025 10:00	18.26937547	33.08625289	-46.57848858	83.11723952
06/05/2025 11:00	6.325333957	33.10102927	-58.55149126	71.20215917
06/05/2025 12:00	1.165208456	33.11428847	-63.73760433	66.06802124
06/05/2025 13:00	-0.389481703	33.12618699	-65.31561516	64.53665175
06/05/2025 14:00	-1.486950998	33.13686446	-66.43401189	63.4601099
06/05/2025 15:00	-2.013502958	33.14644631	-66.97934393	62.95233802
06/05/2025 16:00	-2.213203535	33.15504522	-67.19589807	62.769491
06/05/2025 17:00	-1.821911008	33.16276228	-66.81973069	63.17590868
06/05/2025 18:00	-0.755012605	33.1696881	-65.76640666	64.25638144
06/05/2025 19:00	2.68536608	33.17590396	-62.33821083	67.70894299
06/05/2025 20:00	16.66180636	33.18148274	-48.37270476	81.69631748
06/05/2025 21:00	48.74943356	33.18648983	-16.29489128	113.7937584
06/05/2025 22:00	81.7023507	33.19098389	16.64921767	146.7554837
06/05/2025 23:00	67.05359709	33.19501755	1.99255823	132.1146359
07/05/2025 0:00	42.46579845	33.19863801	-22.60233638	107.5339333
07/05/2025 1:00	32.92547182	33.23993619	-32.22360596	98.0745496

07/05/2025 2:00	23.24516487	33.28498007	-41.9921973	88.48252703
07/05/2025 3:00	21.81065453	33.32337794	-43.50196607	87.12327514
07/05/2025 4:00	20.6088978	33.35455055	-44.76482001	85.9826156
07/05/2025 5:00	20.79548591	33.38186223	-44.6317618	86.22273361
07/05/2025 6:00	25.01396332	33.40650395	-40.46158127	90.4895079
07/05/2025 7:00	37.92916526	33.42879118	-27.5900615	103.448392
07/05/2025 8:00	54.35765344	33.44882914	-11.200847	119.9161539
07/05/2025 9:00	44.6118616	33.46679723	-20.98185566	110.2055789
07/05/2025 10:00	18.14079041	33.48290738	-47.48450216	83.76608298
07/05/2025 11:00	6.196805008	33.49735949	-59.45681317	71.85042318
07/05/2025 12:00	1.03673267	33.51032791	-64.64230314	66.71576848
07/05/2025 13:00	-0.517907119	33.52196563	-66.21975245	65.18393821
07/05/2025 14:00	-1.61532869	33.53240918	-67.337643	64.10698562
07/05/2025 15:00	-2.141835435	33.54178122	-67.8825186	63.59884773
07/05/2025 16:00	-2.341493172	33.55019192	-68.09866101	63.41567466
07/05/2025 17:00	-1.950160056	33.55774012	-67.7221221	63.82180199
07/05/2025 18:00	-0.883223198	33.56451446	-66.6684627	64.9020163
07/05/2025 19:00	2.557191922	33.5705944	-63.23996404	68.35434788
07/05/2025 20:00	16.53366672	33.57605122	-49.27418442	82.34151787
07/05/2025 21:00	48.62132663	33.58094889	-17.19612375	114.438777
07/05/2025 22:00	81.57427476	33.58534475	15.74820865	147.4003409
07/05/2025 23:00	66.9255505	33.58929028	1.091751287	132.7593497
08/05/2025 0:00	42.33777968	33.59283166	-23.50296051	108.1785199
08/05/2025 1:00	32.79747941	33.63352863	-33.12302537	98.7179842
08/05/2025 2:00	23.11719743	33.6779302	-42.89033284	89.12472769
08/05/2025 3:00	21.68271075	33.71577923	-44.39900224	87.76442374
08/05/2025 4:00	20.48097643	33.74650291	-45.66095387	86.62290673
08/05/2025 5:00	20.66758578	33.77342097	-45.52710296	86.86227451
08/05/2025 6:00	24.88608331	33.79770825	-41.35620761	91.12837423

08/05/2025 7:00	37.80130431	33.81967556	-28.48404175	104.0866504
08/05/2025 8:00	54.22981056	33.83942627	-12.09424619	120.5538673
08/05/2025 9:00	44.48403583	33.85713703	-21.87473337	110.842805
08/05/2025 10:00	18.01298085	33.87301665	-48.37691182	84.40287353
08/05/2025 11:00	6.069010814	33.88726211	-60.34880246	72.48682409
08/05/2025 12:00	0.908953031	33.90004524	-65.53391471	67.35182077
08/05/2025 13:00	-0.645672968	33.91151679	-67.11102454	65.8196786
08/05/2025 14:00	-1.743081474	33.92181131	-68.22860993	64.74244698
08/05/2025 15:00	-2.26957584	33.93104967	-68.77321115	64.23405947
08/05/2025 16:00	-2.469221849	33.93934047	-68.98910682	64.05066312
08/05/2025 17:00	-2.077877621	33.94678111	-68.61234598	64.45659074
08/05/2025 18:00	-1.010930235	33.95345894	-67.55848691	65.53662644
08/05/2025 19:00	2.42949486	33.9594523	-64.12980859	68.98879831
08/05/2025 20:00	16.40597911	33.96483145	-50.16386727	82.97582549
08/05/2025 21:00	48.49364797	33.96965941	-18.08566103	115.072957
08/05/2025 22:00	81.44660459	33.97399272	14.85880244	148.0344067
08/05/2025 23:00	66.79788837	33.97788213	0.202463123	133.3933136
09/05/2025 0:00	42.21012516	33.98137314	-24.39214235	108.8123927
09/05/2025 1:00	32.66983211	34.02157365	-34.01122694	99.35089115
09/05/2025 2:00	22.98955696	34.06543809	-43.77747483	89.75658874
09/05/2025 3:00	21.55507676	34.10282965	-45.28524112	88.39539463
09/05/2025 4:00	20.35334858	34.13318156	-46.54645795	87.25315511
09/05/2025 5:00	20.53996374	34.15977419	-46.4119634	87.49189087
09/05/2025 6:00	24.75846678	34.18376832	-42.24048798	91.75742153
09/05/2025 7:00	37.673693	34.2054709	-29.36779803	104.715184
09/05/2025 8:00	54.10220419	34.22498389	-12.9775316	121.18194
09/05/2025 9:00	44.35643415	34.2424817	-22.75759672	111.470465
09/05/2025 10:00	17.88538361	34.25817056	-49.25939686	85.03016407
09/05/2025 11:00	5.941417774	34.27224504	-61.23094817	73.11378372

09/05/2025 12:00	0.781363976	34.28487485	-66.41575594	67.97848389
09/05/2025 13:00	-0.773258248	34.29620891	-67.99259253	66.44607603
09/05/2025 14:00	-1.870663177	34.30638012	-69.10993266	65.3686063
09/05/2025 15:00	-2.397154154	34.31550789	-69.65431373	64.86000542
09/05/2025 16:00	-2.596796952	34.32369948	-69.87001175	64.67641785
09/05/2025 17:00	-2.205449682	34.33105113	-69.49307345	65.08217408
09/05/2025 18:00	-1.138499414	34.33764913	-68.43905502	66.16205619
09/05/2025 19:00	2.301928412	34.34357086	-65.01023358	69.6140904
09/05/2025 20:00	16.27841525	34.34888574	-51.04416371	83.60099421
09/05/2025 21:00	48.36608656	34.35365603	-18.965842	115.6980151
09/05/2025 22:00	81.3190455	34.3579376	13.97872522	148.6593658
09/05/2025 23:00	66.67033148	34.36178058	-0.677520896	134.0181839
10/05/2025 0:00	42.08257036	34.36522993	-25.27204261	109.4371833
10/05/2025 1:00	32.54227928	34.40497334	-34.89022935	99.97478791
10/05/2025 2:00	22.862006	34.44834111	-44.65550189	90.3795139
10/05/2025 3:00	21.42752758	34.48531007	-46.16243816	89.01749331
10/05/2025 4:00	20.22580108	34.51531931	-47.42298169	87.87458384
10/05/2025 5:00	20.41241783	34.54161214	-47.28789793	88.11273359
10/05/2025 6:00	24.63092237	34.56533616	-43.11589161	92.37773636
10/05/2025 7:00	37.54615002	34.58679476	-30.24272205	105.3350221
10/05/2025 8:00	53.97466257	34.60608866	-13.85202484	121.80135
10/05/2025 9:00	44.22889381	34.6233902	-23.63170401	112.0894916
10/05/2025 10:00	17.75784449	34.63890325	-50.13315835	85.64884733
10/05/2025 11:00	5.813879805	34.65282015	-62.10439965	73.73215926
10/05/2025 12:00	0.653827097	34.66530866	-67.28892939	68.59658358
10/05/2025 13:00	-0.900794093	34.67651601	-68.86551657	67.06392839
10/05/2025 14:00	-1.998198043	34.68657357	-69.98263298	65.98623689
10/05/2025 15:00	-2.524688093	34.6955994	-70.52681333	65.47743715
10/05/2025 16:00	-2.724330012	34.70369956	-70.74233127	65.29367125

10/05/2025 17:00	-2.332981909	34.71096918	-70.36523138	65.69926756
10/05/2025 18:00	-1.266030851	34.7174936	-69.31106793	66.77900623
10/05/2025 19:00	2.174397722	34.72334931	-65.88211635	70.23091179
10/05/2025 20:00	16.15088527	34.72860495	-51.91592967	84.21770021
10/05/2025 21:00	48.23855725	34.73332209	-19.83750312	116.3146176
10/05/2025 22:00	81.19151683	34.73755597	13.10715821	149.2758754
10/05/2025 23:00	66.54280341	34.74135615	-1.549003421	134.6346102
11/05/2025 0:00	41.95504286	34.74476709	-26.14344929	110.053535
11/05/2025 1:00	32.41475232	34.78407453	-35.760781	100.5902856
11/05/2025 2:00	22.73447955	34.82696794	-45.5251233	90.99408241
11/05/2025 3:00	21.30000161	34.86353341	-47.03126824	89.63127146
11/05/2025 4:00	20.09827557	34.89321565	-48.29117041	88.48772155
11/05/2025 5:00	20.28489276	34.91922242	-48.15552555	88.72531107
11/05/2025 6:00	24.50339772	34.9426887	-43.98301365	92.98980909
11/05/2025 7:00	37.41862576	34.96391448	-31.10938737	105.9466389
11/05/2025 8:00	53.84713868	34.98299928	-14.71827997	122.4125573
11/05/2025 9:00	44.10137027	35.00011351	-24.49759167	112.7003322
11/05/2025 10:00	17.63032128	35.01545877	-50.99871682	86.25935938
11/05/2025 11:00	5.686356911	35.02922527	-62.96966302	74.34237684
11/05/2025 12:00	0.526304502	35.04157891	-68.15392813	69.20653713
11/05/2025 13:00	-1.028316405	35.05266531	-69.73027798	67.67364517
11/05/2025 14:00	-2.125720087	35.0626144	-70.84718151	66.59574134
11/05/2025 15:00	-2.652209882	35.07154294	-71.39117092	66.08675116
11/05/2025 16:00	-2.851851561	35.07955582	-71.60651756	65.90281444
11/05/2025 17:00	-2.46050323	35.08674716	-71.22926399	66.30825754
11/05/2025 18:00	-1.393551956	35.09320133	-70.17496267	67.38785876
11/05/2025 19:00	2.046876822	35.09899403	-66.74588737	70.83964101
11/05/2025 20:00	16.02336456	35.10419313	-52.77958968	84.82631881
11/05/2025 21:00	48.11103673	35.10885954	-20.70106351	116.923137

11/05/2025 22:00	81.06399648	35.1130479	12.24368722	149.8843057
11/05/2025 23:00	66.41528323	35.11680722	-2.412394178	135.2429606
12/05/2025 0:00	41.82752283	35.1201815	-27.00676804	110.6618137
12/05/2025 1:00	32.28723244	35.15906861	-36.62327576	101.1977406
12/05/2025 2:00	22.60695982	35.20150446	-46.38672113	91.60064076
12/05/2025 3:00	21.17248201	35.23768074	-47.89210313	90.23706715
12/05/2025 4:00	19.97075609	35.26704762	-49.15138708	89.09289927
12/05/2025 5:00	20.1573734	35.2927785	-49.01520138	89.32994818
12/05/2025 6:00	24.37587847	35.3159962	-44.84220216	93.5939591
12/05/2025 7:00	37.29110662	35.33699741	-31.96813563	106.5503489
12/05/2025 8:00	53.71961964	35.35588052	-15.57663283	123.0158721
12/05/2025 9:00	43.97385132	35.37281408	-25.35559031	113.303293
12/05/2025 10:00	17.50280243	35.38799749	-51.85639814	86.86200299
12/05/2025 11:00	5.558838146	35.4016189	-63.8270599	74.94473619
12/05/2025 12:00	0.398785818	35.41384245	-69.01106993	69.80864157
12/05/2025 13:00	-1.155835011	35.42481217	-70.58719102	68.275521
12/05/2025 14:00	-2.25323862	35.43465661	-71.70388938	67.19741214
12/05/2025 15:00	-2.779728346	35.44349129	-72.24769476	66.68823807
12/05/2025 16:00	-2.979369958	35.45141998	-72.46287632	66.5041364
12/05/2025 17:00	-2.588021565	35.45853579	-72.08547465	66.90943152
12/05/2025 18:00	-1.521070232	35.4649222	-71.03104046	67.98889999
12/05/2025 19:00	1.919358602	35.4706541	-67.60184594	71.44056314
12/05/2025 20:00	15.8958464	35.47579865	-53.63544128	85.42713407
12/05/2025 21:00	47.98351861	35.48041611	-21.55681912	117.5238563
12/05/2025 22:00	80.93647841	35.48456054	11.38801774	150.4849391
12/05/2025 23:00	66.2877652	35.48828046	-3.267986364	135.8435168
13/05/2025 0:00	41.70000485	35.49161937	-27.86229086	111.2623006
13/05/2025 1:00	32.1597145	35.53009977	-37.47800142	101.7974304
13/05/2025 2:00	22.47944191	35.57209284	-47.2405789	92.19946273

13/05/2025 3:00	21.04496414	35.60789246	-48.74522265	90.83515093
13/05/2025 4:00	19.84323826	35.63695415	-50.00390838	89.69038491
13/05/2025 5:00	20.0298556	35.66241803	-49.86719934	89.92691054
13/05/2025 6:00	24.2483607	35.68539513	-45.69372852	94.19044993
13/05/2025 7:00	37.16358888	35.70617898	-32.81923595	107.1464137
13/05/2025 8:00	53.59210193	35.72486688	-16.4273505	123.6115544
13/05/2025 9:00	43.84633364	35.74162555	-26.20596518	113.8986325
13/05/2025 10:00	17.37528477	35.75665228	-52.7064659	87.45703544
13/05/2025 11:00	5.43132051	35.77013325	-64.67685237	75.53949339
13/05/2025 12:00	0.271268205	35.78223085	-69.86061555	70.40315196
13/05/2025 13:00	-1.283352604	35.79308763	-71.43651524	68.86981004
13/05/2025 14:00	-2.380756192	35.80283076	-72.55301503	67.79150265
13/05/2025 15:00	-2.907245899	35.81157458	-73.09664229	67.2821505
13/05/2025 16:00	-3.106887493	35.81942175	-73.31166408	67.09788909
13/05/2025 17:00	-2.715539083	35.82646444	-72.93411907	67.50304091
13/05/2025 18:00	-1.648587734	35.83278525	-71.87955629	68.58238082
13/05/2025 19:00	1.791841116	35.83845829	-68.45024639	72.03392862
13/05/2025 20:00	15.76832892	35.84355003	-54.48373821	86.02039606
13/05/2025 21:00	47.85600115	35.8481201	-22.40502316	118.1170255
13/05/2025 22:00	80.80896096	35.85222201	10.53989706	151.0780249
13/05/2025 23:00	66.16024777	35.85590376	-4.116032238	136.4365278
14/05/2025 0:00	41.57248743	35.85920843	-28.7102696	111.8552445
14/05/2025 1:00	32.03219709	35.89729475	-38.32520776	102.3896019
14/05/2025 2:00	22.35192451	35.93885872	-48.08694422	92.79079325
14/05/2025 3:00	20.91744675	35.97429332	-49.59087253	91.42576603
14/05/2025 4:00	19.71572088	36.00305921	-50.84897851	90.28042027
14/05/2025 5:00	19.90233823	36.02826431	-50.71176225	90.51643871
14/05/2025 6:00	24.12084334	36.05100821	-46.53783436	94.77952105
14/05/2025 7:00	37.03607153	36.07158139	-33.66292885	107.7350719

14/05/2025 8:00	53.46458458	36.09008005	-17.27067251	124.1998417
14/05/2025 9:00	43.7188163	36.10666918	-27.0489549	114.4865875
14/05/2025 10:00	17.24776744	36.12154404	-53.54915795	88.04469282
14/05/2025 11:00	5.303803184	36.13488886	-65.51927757	76.12688394
14/05/2025 12:00	0.143750885	36.14686438	-70.70280145	70.99030322
14/05/2025 13:00	-1.410869918	36.15761165	-72.27848652	69.45674669
14/05/2025 14:00	-2.508273501	36.16725658	-73.39479382	68.37824681
14/05/2025 15:00	-3.034763202	36.1759123	-73.93824841	67.86872201
14/05/2025 16:00	-3.234404792	36.18368045	-74.15311531	67.68430573
14/05/2025 17:00	-2.843056377	36.19065225	-73.77543135	68.0893186
14/05/2025 18:00	-1.776105024	36.19690945	-72.7207439	69.16853386
14/05/2025 19:00	1.66432383	36.20252543	-69.29132216	72.61996982
14/05/2025 20:00	15.64081164	36.20756596	-55.32471361	86.6063369
14/05/2025 21:00	47.72848388	36.21209009	-23.24590851	118.7028763
14/05/2025 22:00	80.68144369	36.21615077	9.69909252	151.6637949
14/05/2025 23:00	66.0327305	36.21979553	-4.956764258	137.0222253
15/05/2025 0:00	41.44497016	36.22306699	-29.55093655	112.4408769
15/05/2025 1:00	31.90467983	36.26077112	-39.16512563	102.9744853
15/05/2025 2:00	22.22440725	36.30191892	-48.9260464	93.3748609
15/05/2025 3:00	20.78992949	36.33699947	-50.42928077	92.00913976
15/05/2025 4:00	19.58820362	36.36547844	-51.68682441	90.86323166
15/05/2025 5:00	19.77482098	36.39043251	-51.54911613	91.09875808
15/05/2025 6:00	23.99332609	36.41295019	-47.37474486	95.36139704
15/05/2025 7:00	36.90855428	36.43331898	-34.49943876	108.3165473
15/05/2025 8:00	53.33706733	36.45163406	-18.1068226	124.7809573
15/05/2025 9:00	43.59129906	36.46805872	-27.88478263	115.0673807
15/05/2025 10:00	17.12025019	36.48278623	-54.38469687	88.62519725
15/05/2025 11:00	5.176285942	36.49599895	-66.35455759	76.70712947
15/05/2025 12:00	0.0162336	36.50785601	-71.53784929	71.57031658

15/05/2025 13:00	-1.538387156	36.51849705	-73.11332614	70.03655182
15/05/2025 14:00	-2.635790738	36.52804668	-74.22944666	68.95786518
15/05/2025 15:00	-3.162280438	36.53661692	-74.77273373	68.44817285
15/05/2025 16:00	-3.361922026	36.5443084	-74.98745034	68.26360629
15/05/2025 17:00	-2.97057361	36.55121141	-74.60963156	68.66848434
15/05/2025 18:00	-1.903622255	36.5574069	-73.55482314	69.74757863
15/05/2025 19:00	1.5368066	36.5629675	-70.12529287	73.19890606
15/05/2025 20:00	15.51329441	36.56795835	-56.15858694	87.18517577
15/05/2025 21:00	47.60096665	36.57243789	-24.07969445	119.2816277
15/05/2025 22:00	80.55392646	36.57645857	8.865384987	152.2424679
15/05/2025 23:00	65.90521327	36.58006742	-5.790401425	137.600828
16/05/2025 0:00	41.31745294	36.58330667	-30.38451057	113.0194164
16/05/2025 1:00	31.7771626	36.6206399	-39.9979727	103.5522979
16/05/2025 2:00	22.09689003	36.66138379	-49.75810182	93.95188188
16/05/2025 3:00	20.66241227	36.6961207	-51.26066267	92.58548721
16/05/2025 4:00	19.4606864	36.72432118	-52.51766047	91.43903327
16/05/2025 5:00	19.64730375	36.74903158	-52.37947461	91.67408212
16/05/2025 6:00	23.86580887	36.77132966	-48.20467293	95.93629067
16/05/2025 7:00	36.78103706	36.79150004	-35.32897795	108.8910521
16/05/2025 8:00	53.20955011	36.8096369	-18.93601249	125.3551127
16/05/2025 9:00	43.46378184	36.82590189	-28.71365956	115.6412232
16/05/2025 10:00	16.99273297	36.84048634	-55.21329342	89.19875937
16/05/2025 11:00	5.048768724	36.85357082	-67.18290279	77.28044024
16/05/2025 12:00	-0.111283573	36.86531288	-72.36596909	72.14340194
16/05/2025 13:00	-1.665904374	36.87585076	-73.94124376	70.60943501
16/05/2025 14:00	-2.763307955	36.88530787	-75.05718295	69.53056704
16/05/2025 15:00	-3.289797654	36.89379513	-75.60030735	69.02071205
16/05/2025 16:00	-3.489439242	36.90141216	-75.81487805	68.83599956
16/05/2025 17:00	-3.098090826	36.90824837	-75.43692836	69.24074671

16/05/2025 18:00	-2.031139471	36.91438394	-74.3820025	70.31972356
16/05/2025 19:00	1.409289384	36.91989077	-70.95236684	73.77094561
16/05/2025 20:00	15.3857772	36.92483338	-56.98556636	87.75712076
16/05/2025 21:00	47.47344943	36.92926964	-24.90658903	119.8534879
16/05/2025 22:00	80.42640925	36.93325146	8.038566547	152.814252
16/05/2025 23:00	65.77769606	36.93682546	-6.61715154	138.1725437
17/05/2025 0:00	41.18993572	36.94003342	-31.21119936	113.5910708
17/05/2025 1:00	31.64964539	36.97700649	-40.82395559	104.1232464
17/05/2025 2:00	21.96937281	37.01735814	-50.58331594	94.52206157
17/05/2025 3:00	20.53489506	37.05176131	-52.08522268	93.15501279
17/05/2025 4:00	19.33316919	37.07969132	-53.34169035	92.00802873
17/05/2025 5:00	19.51978654	37.10416505	-53.20304063	92.24261371
17/05/2025 6:00	23.73829166	37.12624984	-49.02782091	96.50440422
17/05/2025 7:00	36.65351984	37.14622749	-36.1517482	109.4587879
17/05/2025 8:00	53.0820329	37.16419124	-19.75844344	125.9225092
17/05/2025 9:00	43.33626462	37.18030113	-29.53578652	116.2083158
17/05/2025 10:00	16.86521576	37.19474661	-56.03514801	89.76557953
17/05/2025 11:00	4.921251511	37.20770652	-68.00451321	77.84701623
17/05/2025 12:00	-0.238800785	37.21933685	-73.18736053	72.70975896
17/05/2025 13:00	-1.793421586	37.22977452	-74.7624388	71.17559563
17/05/2025 14:00	-2.890825167	37.23914176	-75.87820182	70.09655149
17/05/2025 15:00	-3.417314866	37.24754838	-76.42116821	69.58653848
17/05/2025 16:00	-3.616956454	37.25509309	-76.63559714	69.40168424
17/05/2025 17:00	-3.225608037	37.26186441	-76.25752028	69.8063042
17/05/2025 18:00	-2.158656682	37.26794176	-75.20248031	70.88516695
17/05/2025 19:00	1.281772173	37.27339636	-71.77274228	74.33628662
17/05/2025 20:00	15.25825999	37.2782921	-57.80584993	88.32236991
17/05/2025 21:00	47.34593222	37.2826863	-25.72679017	120.4186546
17/05/2025 22:00	80.29889204	37.28663038	7.218439382	153.3793447

17/05/2025 23:00	65.65017885	37.29017051	-7.437212323	138.73757
18/05/2025 0:00	41.06241851	37.29334807	-32.03120058	114.1560376
18/05/2025 1:00	31.52212818	37.32997121	-41.64327094	104.6875273
18/05/2025 2:00	21.8418556	37.36994173	-51.40188429	95.0855955
18/05/2025 3:00	20.40737785	37.40402061	-52.90315543	93.71791112
18/05/2025 4:00	19.20565198	37.43168778	-54.15910794	92.5704119
18/05/2025 5:00	19.39226933	37.45593151	-54.02000744	92.8045461
18/05/2025 6:00	23.61077445	37.47780902	-49.84438145	97.06593034
18/05/2025 7:00	36.52600263	37.49759937	-36.96794163	110.0199469
18/05/2025 8:00	52.95451569	37.51539487	-20.57430711	126.4833385
18/05/2025 9:00	43.20874741	37.531354	-30.35135472	116.7688495
18/05/2025 10:00	16.73769855	37.54566442	-56.8504515	90.3258486
18/05/2025 11:00	4.793734301	37.55850324	-68.81957937	78.40704797
18/05/2025 12:00	-0.366317995	37.57002498	-74.00221385	73.26957786
18/05/2025 13:00	-1.920938796	37.58036525	-75.57710121	71.73522362
18/05/2025 14:00	-3.018342377	37.58964512	-76.692693	70.65600825
18/05/2025 15:00	-3.544832076	37.59797338	-77.23550578	70.14584163
18/05/2025 16:00	-3.744473664	37.60544777	-77.44979693	69.9608496
18/05/2025 17:00	-3.353125247	37.61215602	-77.07159644	70.36534594
18/05/2025 18:00	-2.286173892	37.61817679	-76.01644556	71.44409777
18/05/2025 19:00	1.154254963	37.62358061	-72.586608	74.89511792
18/05/2025 20:00	15.13074278	37.62843078	-58.61962636	88.88111191
18/05/2025 21:00	47.21841501	37.6327841	-26.54048646	120.9773165
18/05/2025 22:00	80.17137483	37.6366915	6.404814998	153.9379347
18/05/2025 23:00	65.52266164	37.6401987	-8.250772178	139.2960955
19/05/2025 0:00	40.9349013	37.64334672	-32.84470252	114.7145051
19/05/2025 1:00	31.39461097	37.67962967	-42.45610614	105.2453281
19/05/2025 2:00	21.71433839	37.71922966	-52.21399327	95.64267006
19/05/2025 3:00	20.27986064	37.75299325	-53.71464644	94.27436771

19/05/2025 4:00	19.07813477	37.78040486	-54.97009807	93.12636761
19/05/2025 5:00	19.26475212	37.80442497	-54.83055927	93.36006351
19/05/2025 6:00	23.48325724	37.82610091	-50.65453822	97.62105269
19/05/2025 7:00	36.39848542	37.84570913	-37.77774145	110.5747123
19/05/2025 8:00	52.82699848	37.86334102	-21.38378626	127.0377832
19/05/2025 9:00	43.0812302	37.87915356	-31.16054655	117.323007
19/05/2025 10:00	16.61018134	37.89333264	-57.65938588	90.87974856
19/05/2025 11:00	4.666217091	37.9060537	-69.62828296	78.96071714
19/05/2025 12:00	-0.493835205	37.91746983	-74.81071045	73.82304004
19/05/2025 13:00	-2.048456006	37.92771538	-76.38541216	72.28850015
19/05/2025 14:00	-3.145859587	37.93691028	-77.50083742	71.20911825
19/05/2025 15:00	-3.672349286	37.94516232	-78.04350082	70.69880225
19/05/2025 16:00	-3.871990874	37.95256834	-78.25765794	70.5136762
19/05/2025 17:00	-3.480642457	37.95921525	-77.87933722	70.91805231
19/05/2025 18:00	-2.413691102	37.96518097	-76.82407847	71.99669626
19/05/2025 19:00	1.026737753	37.97053541	-73.39414412	75.44761963
19/05/2025 20:00	15.00322557	37.97534127	-59.42707563	89.43352676
19/05/2025 21:00	47.0908978	37.97965482	-27.34785779	121.5296534
19/05/2025 22:00	80.04385762	37.98352654	5.5975136	154.4902016
19/05/2025 23:00	65.39514443	37.98700171	-9.058010814	139.8482997
20/05/2025 0:00	40.80738409	37.990121	-33.65188483	115.266653
20/05/2025 1:00	31.26709376	38.02607307	-43.26263994	105.7968275
20/05/2025 2:00	21.58682118	38.06531266	-53.01982069	96.19346306
20/05/2025 3:00	20.15234343	38.09876954	-54.51987273	94.82455959
20/05/2025 4:00	18.95061756	38.12593255	-55.77483711	93.67607223
20/05/2025 5:00	19.13723491	38.1497351	-55.63487191	93.90934173
20/05/2025 6:00	23.35574003	38.17121496	-51.45846654	98.16994659
20/05/2025 7:00	36.27096821	38.19064599	-38.58132247	111.1232589
20/05/2025 8:00	52.69948127	38.2081187	-22.1870553	127.5860178

20/05/2025 9:00	42.95371299	38.22378861	-31.96353604	117.870962
20/05/2025 10:00	16.48266413	38.23783989	-58.46212491	91.42745317
20/05/2025 11:00	4.538699881	38.25044638	-70.43079742	79.50819719
20/05/2025 12:00	-0.621352415	38.26175975	-75.61302352	74.37031869
20/05/2025 13:00	-2.175973216	38.27191314	-77.18754458	72.83559815
20/05/2025 14:00	-3.273376796	38.28102536	-78.3028078	71.75605421
20/05/2025 15:00	-3.799866496	38.28920324	-78.84532584	71.24559285
20/05/2025 16:00	-3.999508084	38.29654273	-79.05935257	71.0603364
20/05/2025 17:00	-3.608159667	38.30312995	-78.68091485	71.46459552
20/05/2025 18:00	-2.541208312	38.30904211	-77.62555113	72.54313451
20/05/2025 19:00	0.899220543	38.31434849	-74.1955226	75.99396368
20/05/2025 20:00	14.87570836	38.31911124	-60.22836959	89.9797863
20/05/2025 21:00	46.96338059	38.32338609	-28.14907592	122.0758371
20/05/2025 22:00	79.91634041	38.32722309	4.79636353	155.0363173
20/05/2025 23:00	65.26762722	38.3306671	-9.85909981	140.3943542
21/05/2025 0:00	40.67986688	38.33375842	-34.45291902	115.8126528
21/05/2025 1:00	31.13957655	38.36938851	-44.06304305	106.3421961
21/05/2025 2:00	21.45930397	38.40827735	-53.81953635	96.73814429
21/05/2025 3:00	20.02482622	38.44143574	-55.31900336	95.36865579
21/05/2025 4:00	18.82310035	38.46835679	-56.5734935	94.2196942
21/05/2025 5:00	19.0097177	38.4919476	-56.43311328	94.45254868
21/05/2025 6:00	23.22822282	38.51323659	-52.25633383	98.71277946
21/05/2025 7:00	36.143451	38.53249515	-39.37885173	111.6657537
21/05/2025 8:00	52.57196406	38.54981292	-22.98428087	128.128209
21/05/2025 9:00	42.82619578	38.56534399	-32.7604895	118.4128811
21/05/2025 10:00	16.35514692	38.57927087	-59.25883454	91.96912838
21/05/2025 11:00	4.411182672	38.59176583	-71.22728846	80.0496538
21/05/2025 12:00	-0.748869625	38.60297917	-76.4093185	74.91157925
21/05/2025 13:00	-2.303490425	38.61304283	-77.9836637	73.37668285

21/05/2025 14:00	-3.400894006	38.62207457	-79.09876918	72.29698116
21/05/2025 15:00	-3.927383706	38.63018025	-79.64114571	71.7863783
21/05/2025 16:00	-4.127025293	38.63745497	-79.85504549	71.6009949
21/05/2025 17:00	-3.735676877	38.64398407	-79.47649388	72.00514012
21/05/2025 18:00	-2.668725522	38.6498441	-78.42102796	73.08357692
21/05/2025 19:00	0.771703334	38.6551037	-74.99090773	76.5343144
21/05/2025 20:00	14.74819115	38.65982446	-61.02367245	90.52005474
21/05/2025 21:00	46.83586338	38.66406165	-28.94430494	122.6160317
21/05/2025 22:00	79.7888232	38.66786484	4.001200762	155.5764456
21/05/2025 23:00	65.14011001	38.67127852	-10.65420312	140.9344231
22/05/2025 0:00	40.55234967	38.67434261	-35.24796896	116.3526683
22/05/2025 1:00	31.01205934	38.70965921	-44.85747857	106.8815972
22/05/2025 2:00	21.33178676	38.74820655	-54.61330253	97.27687606
22/05/2025 3:00	19.89730901	38.7810743	-56.11219989	95.90681791
22/05/2025 4:00	18.69558314	38.80775973	-57.36622825	94.75739453
22/05/2025 5:00	18.88220049	38.83114434	-57.2254439	94.98984488
22/05/2025 6:00	23.10070561	38.85224748	-53.04830017	99.24971138
22/05/2025 7:00	36.01593379	38.87133808	-40.17048887	112.2023565
22/05/2025 8:00	52.44444685	38.88850495	-23.77562227	128.664516
22/05/2025 9:00	42.69867857	38.90390082	-33.55156589	118.948923
22/05/2025 10:00	16.22762971	38.91770654	-60.04967347	92.5049329
22/05/2025 11:00	4.283665462	38.93009288	-72.01791449	80.58524541
22/05/2025 12:00	-0.876386834	38.94120879	-77.19975358	75.44697991
22/05/2025 13:00	-2.431007635	38.95118506	-78.77392752	73.91191225
22/05/2025 14:00	-3.528411216	38.96013842	-79.88887935	72.83205692
22/05/2025 15:00	-4.054900915	38.96817378	-80.43111806	72.32131623
22/05/2025 16:00	-4.254542503	38.97538541	-80.64489419	72.13580918
22/05/2025 17:00	-3.863194086	38.98185791	-80.26623165	72.53984347
22/05/2025 18:00	-2.796242731	38.98766715	-79.2106662	73.61818073

22/05/2025 19:00	0.644186124	38.99288119	-75.78045666	77.0688289
22/05/2025 20:00	14.62067394	38.99756106	-61.81314123	91.0544891
22/05/2025 21:00	46.70834617	39.00176156	-29.73370181	123.1503942
22/05/2025 22:00	79.66130599	39.00553182	3.21186843	156.1107435
22/05/2025 23:00	65.0125928	39.00891595	-11.44347753	141.4686631
23/05/2025 0:00	40.42483246	39.01195352	-36.0371914	116.8868563
23/05/2025 1:00	30.88454213	39.04696477	-45.64610252	107.4151868
23/05/2025 2:00	21.20426956	39.08517944	-55.40127448	97.80981359
23/05/2025 3:00	19.7697918	39.11776406	-56.89961691	96.43920051
23/05/2025 4:00	18.56806593	39.14421996	-58.1531954	95.28932726
23/05/2025 5:00	18.75468328	39.1674037	-58.01201733	95.5213839
23/05/2025 6:00	22.9731884	39.18832576	-53.8345187	99.78089549
23/05/2025 7:00	35.88841659	39.20725271	-40.95638666	112.7332198
23/05/2025 8:00	52.31692964	39.22427257	-24.56123192	129.1950912
23/05/2025 9:00	42.57116136	39.2395367	-34.33691733	119.4792401
23/05/2025 10:00	16.1001125	39.25322438	-60.83479355	93.03501855
23/05/2025 11:00	4.156148252	39.26550487	-72.80282713	81.11512363
23/05/2025 12:00	-1.003904044	39.27652586	-77.98448017	75.97667208
23/05/2025 13:00	-2.558524845	39.28641698	-79.55848721	74.44143752
23/05/2025 14:00	-3.655928426	39.29529396	-80.67328934	73.36143249
23/05/2025 15:00	-4.182418125	39.30326079	-81.21539375	72.8505575
23/05/2025 16:00	-4.382059713	39.31041095	-81.4290494	72.66492997
23/05/2025 17:00	-3.990711296	39.3168283	-81.05027875	73.06885616
23/05/2025 18:00	-2.923759941	39.32258806	-79.99461631	74.14709643
23/05/2025 19:00	0.516668914	39.32775769	-76.56431974	77.59765757
23/05/2025 20:00	14.49315673	39.33239772	-62.59692622	91.58323968
23/05/2025 21:00	46.58082896	39.33656246	-30.51741673	123.6790747
23/05/2025 22:00	79.53378878	39.34030063	2.428216403	156.6393612
23/05/2025 23:00	64.88507559	39.34365597	-12.22707313	141.9972243

24/05/2025 0:00	40.29731525	39.3466677	-36.82073634	117.4153669
24/05/2025 1:00	30.75702492	39.38138137	-46.42906424	107.9431141
24/05/2025 2:00	21.07675235	39.41927185	-56.18360078	98.33710547
24/05/2025 3:00	19.64227459	39.45158053	-57.68140238	96.96595156
24/05/2025 4:00	18.44054872	39.47781273	-58.93454242	95.81563986
24/05/2025 5:00	18.62716607	39.50080067	-58.79298061	96.04731275
24/05/2025 6:00	22.84567119	39.52154624	-54.61513605	100.3064784
24/05/2025 7:00	35.76089938	39.54031369	-41.73669139	113.2584901
24/05/2025 8:00	52.18941243	39.55719025	-25.34125578	129.7200806
24/05/2025 9:00	42.44364415	39.57232596	-35.1166895	120.0039778
24/05/2025 10:00	15.97259529	39.58589857	-61.61434019	93.55953078
24/05/2025 11:00	4.028631043	39.59807589	-73.58217156	81.63943364
24/05/2025 12:00	-1.131421254	39.60900434	-78.76364323	76.50080072
24/05/2025 13:00	-2.686042055	39.61881246	-80.33748758	74.96540348
24/05/2025 14:00	-3.783445635	39.62761497	-81.45214377	73.8852525
24/05/2025 15:00	-4.309935335	39.63551501	-81.99411727	73.3742466
24/05/2025 16:00	-4.509576923	39.64260525	-82.20765546	73.18850161
24/05/2025 17:00	-4.118228506	39.64896883	-81.82877943	73.59232242
24/05/2025 18:00	-3.051277151	39.65468034	-80.77302244	74.67046814
24/05/2025 19:00	0.389151705	39.65980668	-77.34264103	78.12094444
24/05/2025 20:00	14.36563952	39.66440787	-63.37517137	92.10645041
24/05/2025 21:00	46.45331175	39.66853775	-31.29559356	124.2022171
24/05/2025 22:00	79.40627157	39.67224464	1.650100882	157.1624423
24/05/2025 23:00	64.75755838	39.67557191	-13.00513363	142.5202504
25/05/2025 0:00	40.16979805	39.67855845	-37.59874747	117.9383436
25/05/2025 1:00	30.62950771	39.71298201	-47.20650675	108.4655222
25/05/2025 2:00	20.94923514	39.75055641	-56.96042379	98.85889406
25/05/2025 3:00	19.51475738	39.78259604	-58.45769807	97.48721283
25/05/2025 4:00	18.31303151	39.80861012	-59.71041059	96.33647361

25/05/2025 5:00	18.49964886	39.83140715	-59.5684746	96.56777232
25/05/2025 6:00	22.71815398	39.85198061	-55.39029273	100.8266007
25/05/2025 7:00	35.63338217	39.87059252	-42.51154322	113.7783075
25/05/2025 8:00	52.06189522	39.88732934	-26.11583372	130.2396242
25/05/2025 9:00	42.31612694	39.90233982	-35.891022	120.5232759
25/05/2025 10:00	15.84507808	39.91580021	-62.38845275	94.07860891
25/05/2025 11:00	3.901113833	39.92787692	-74.35608691	82.15831458
25/05/2025 12:00	-1.258938464	39.93871513	-79.53738171	77.01950478
25/05/2025 13:00	-2.813559264	39.9484423	-81.11106741	75.48394888
25/05/2025 14:00	-3.910962845	39.95717219	-82.22558127	74.40365558
25/05/2025 15:00	-4.437452544	39.96500709	-82.76742708	73.89252199
25/05/2025 16:00	-4.637094132	39.97203888	-82.98085072	73.70666246
25/05/2025 17:00	-4.245745715	39.97835002	-82.60187192	74.11038049
25/05/2025 18:00	-3.178794361	39.98401448	-81.54602271	75.18843399
25/05/2025 19:00	0.261634495	39.98909861	-78.11555855	78.63882754
25/05/2025 20:00	14.23812231	39.99366191	-64.14801464	92.62425926
25/05/2025 21:00	46.32579454	39.99775779	-32.0683702	124.7199593
25/05/2025 22:00	79.27875436	40.00143418	0.877384038	157.6801247
25/05/2025 23:00	64.63004117	40.00473406	-13.77779681	143.0378791
26/05/2025 0:00	40.04228084	40.00769603	-38.37136249	118.4559242
26/05/2025 1:00	30.5019905	40.04183664	-47.97856719	108.9825482
26/05/2025 2:00	20.82171793	40.07910274	-57.73187997	99.37531582
26/05/2025 3:00	19.38724017	40.11087993	-59.22863989	98.00312022
26/05/2025 4:00	18.1855143	40.13668124	-60.48093538	96.85196398
26/05/2025 5:00	18.37213165	40.15929203	-60.33863438	97.08289768
26/05/2025 6:00	22.59063677	40.17969761	-56.16012345	101.341397
26/05/2025 7:00	35.50586496	40.19815779	-43.28107655	114.2928065
26/05/2025 8:00	51.93437801	40.21475827	-26.88509985	130.7538559
26/05/2025 9:00	42.18860974	40.22964658	-36.66004868	121.0372681

26/05/2025 10:00	15.71756087	40.2429975	-63.15726486	94.59238661
26/05/2025 11:00	3.773596623	40.25497605	-75.12470663	82.67189988
26/05/2025 12:00	-1.386455673	40.26572622	-80.30582887	77.53291752
26/05/2025 13:00	-2.941076474	40.2753744	-81.87935977	75.99720682
26/05/2025 14:00	-4.038480055	40.28403345	-82.99373477	74.91677466
26/05/2025 15:00	-4.564969754	40.29180479	-83.53545601	74.4055165
26/05/2025 16:00	-4.764611342	40.29877955	-83.74876788	74.2195452
26/05/2025 17:00	-4.373262925	40.30503953	-83.36968881	74.62316296
26/05/2025 18:00	-3.30631157	40.31065809	-82.31374962	75.70112648
26/05/2025 19:00	0.134117285	40.31570102	-78.88320473	79.1514393
26/05/2025 20:00	14.1106051	40.32022736	-64.91558837	93.13679857
26/05/2025 21:00	46.19827733	40.32429007	-32.83587891	125.2324336
26/05/2025 22:00	79.15123715	40.32793669	0.109933664	158.1925406
26/05/2025 23:00	64.50252396	40.33120986	-14.54519482	143.5502427
27/05/2025 0:00	39.91476363	40.33414785	-39.13871351	118.9682408
27/05/2025 1:00	30.37447329	40.36801237	-48.74537709	109.4943237
27/05/2025 2:00	20.69420072	40.40497763	-58.49810024	99.88650167
27/05/2025 3:00	19.25972296	40.43649874	-59.99435823	98.51380415
27/05/2025 4:00	18.05799709	40.46209241	-61.24624677	97.36224095
27/05/2025 5:00	18.24461444	40.48452146	-61.10358955	97.59281844
27/05/2025 6:00	22.46311956	40.50476319	-56.9247575	101.8509966
27/05/2025 7:00	35.37834775	40.52307529	-44.04542036	114.8021159
27/05/2025 8:00	51.8068608	40.53954272	-27.64918289	131.2629045
27/05/2025 9:00	42.06109253	40.5543118	-37.42389802	121.5460831
27/05/2025 10:00	15.59004366	40.56755587	-63.92090479	95.10099211
27/05/2025 11:00	3.646079413	40.57943861	-75.88815878	83.18031761
27/05/2025 12:00	-1.513972883	40.59010285	-81.06911259	78.04116682
27/05/2025 13:00	-3.068593684	40.59967395	-82.64249241	76.50530504
27/05/2025 14:00	-4.165997264	40.60826385	-83.75673188	75.42473735

27/05/2025 15:00	-4.692486964	40.61597314	-84.29833152	74.91335759
27/05/2025 16:00	-4.892128552	40.62289225	-84.51153431	74.72727721
27/05/2025 17:00	-4.500780135	40.62910229	-84.13235736	75.13079709
27/05/2025 18:00	-3.43382878	40.63467604	-83.07633035	76.20867279
27/05/2025 19:00	0.00660008	40.63967877	-79.64570665	79.6589068
27/05/2025 20:00	13.98308789	40.64416902	-65.67801958	93.64419536
27/05/2025 21:00	46.07076012	40.64819936	-33.59824666	125.7397669
27/05/2025 22:00	79.02371994	40.65181692	-0.652377136	158.699817
27/05/2025 23:00	64.37500675	40.65506402	-15.30745451	144.057468
28/05/2025 0:00	39.78724642	40.65797861	-39.90092734	119.4754202
28/05/2025 1:00	30.24695608	40.69157363	-49.50706271	110.0009749
28/05/2025 2:00	20.56668351	40.72824522	-59.25921028	100.3925773
28/05/2025 3:00	19.13220575	40.75951633	-60.75497829	99.01938979
28/05/2025 4:00	17.93047988	40.7849073	-62.00646954	97.8674293
28/05/2025 5:00	18.11709723	40.80715892	-61.86346457	98.09765903
28/05/2025 6:00	22.33560235	40.82724069	-57.68431899	102.3555237
28/05/2025 7:00	35.25083054	40.84540821	-44.8046985	115.3063596
28/05/2025 8:00	51.67934359	40.86174575	-28.40820642	131.7668936
28/05/2025 9:00	41.93357532	40.87639841	-38.18269339	122.049844
28/05/2025 10:00	15.46252645	40.88953816	-64.67949568	95.60454859
28/05/2025 11:00	3.518562204	40.90132736	-76.64656634	83.68369074
28/05/2025 12:00	-1.641490093	40.91190769	-81.8273557	78.54437551
28/05/2025 13:00	-3.196110893	40.92140352	-83.40058799	77.00836621
28/05/2025 14:00	-4.293514474	40.9299259	-84.51469512	75.92766617
28/05/2025 15:00	-4.820004174	40.93757462	-85.05617604	75.4161677
28/05/2025 16:00	-5.019645761	40.94443938	-85.26927231	75.22998079
28/05/2025 17:00	-4.628297345	40.95060066	-84.88999979	75.6334051
28/05/2025 18:00	-3.56134599	40.95613066	-83.83388702	76.71119504
28/05/2025 19:00	-0.120917134	40.96109412	-80.40318638	80.16135211

28/05/2025 20:00	13.85557068	40.96554915	-66.43543026	94.14657162
28/05/2025 21:00	45.94324291	40.96954787	-34.35559537	126.2420812
28/05/2025 22:00	78.89620273	40.97313706	-1.409670241	159.2020757
28/05/2025 23:00	64.24748954	40.97635869	-16.06469771	144.5596768
29/05/2025 0:00	39.65972921	40.97925043	-40.65812575	119.9775842
29/05/2025 1:00	30.11943887	41.01258229	-50.26374532	110.5026231
29/05/2025 2:00	20.4391663	41.0489671	-60.01533083	100.8936634
29/05/2025 3:00	19.00468854	41.07999407	-61.51062033	99.51999741
29/05/2025 4:00	17.80296267	41.10518708	-62.76172358	98.36764893
29/05/2025 5:00	17.98958002	41.12726542	-62.61837898	98.59753902
29/05/2025 6:00	22.20808514	41.14719096	-58.43892721	102.8550975
29/05/2025 7:00	35.12331333	41.16521728	-45.55902995	115.8056566
29/05/2025 8:00	51.55182638	41.18142794	-29.16228921	132.265942
29/05/2025 9:00	41.80605811	41.19596689	-38.93655332	122.5486695
29/05/2025 10:00	15.33500924	41.20900475	-65.4331559	96.10317438
29/05/2025 11:00	3.391044994	41.22070258	-77.40004747	84.18213746
29/05/2025 12:00	-1.769007302	41.23120095	-82.58067621	79.0426616
29/05/2025 13:00	-3.323628103	41.24062327	-84.15376441	77.5065082
29/05/2025 14:00	-4.421031684	41.24907969	-85.26774227	76.4256789
29/05/2025 15:00	-4.947521383	41.25666924	-85.80910722	75.91406446
29/05/2025 16:00	-5.147162971	41.26348092	-86.02209945	75.72777351
29/05/2025 17:00	-4.755814554	41.26959457	-85.64273357	76.13110446
29/05/2025 18:00	-3.688863199	41.27508183	-84.58653704	77.20881064
29/05/2025 19:00	-0.248434344	41.28000694	-81.15576123	80.65889254
29/05/2025 20:00	13.72805347	41.28442755	-67.18793766	94.6440446
29/05/2025 21:00	45.8157257	41.28839539	-35.10804224	126.7394937
29/05/2025 22:00	78.76868552	41.29195687	-2.16206279	159.6994338
29/05/2025 23:00	64.11997233	41.29515363	-16.81704151	145.0569862
30/05/2025 0:00	39.532212	41.29802304	-41.4104258	120.4748498

30/05/2025 1:00	29.99192166	41.33109782	-51.01554151	110.9993848
30/05/2025 2:00	20.31164909	41.36720249	-60.76657793	101.3898761
30/05/2025 3:00	18.87717133	41.39799095	-62.26139996	100.0157426
30/05/2025 4:00	17.67544546	41.42299055	-63.51212415	98.86301507
30/05/2025 5:00	17.86206281	41.44489959	-63.36844773	99.09257335
30/05/2025 6:00	22.08056793	41.4646725	-59.18869679	103.3498326
30/05/2025 7:00	34.99579612	41.48256085	-46.30852914	116.3001214
30/05/2025 8:00	51.42430917	41.49864755	-29.91154543	132.7601638
30/05/2025 9:00	41.6785409	41.51307541	-39.68559179	123.0426736
30/05/2025 10:00	15.20749203	41.5260137	-66.18199923	96.5969833
30/05/2025 11:00	3.263527784	41.53762225	-78.14871583	84.6757714
30/05/2025 12:00	-1.896524512	41.54804055	-83.32918761	79.53613859
30/05/2025 13:00	-3.451145313	41.55739103	-84.90213502	77.99984439
30/05/2025 14:00	-4.548548894	41.565783	-86.01598657	76.91888878
30/05/2025 15:00	-5.075038593	41.57331474	-86.5572382	76.40716102
30/05/2025 16:00	-5.274680181	41.58007454	-86.77012876	76.22076839
30/05/2025 17:00	-4.883331764	41.58614165	-86.39067165	76.62400813
30/05/2025 18:00	-3.816380409	41.59158714	-85.33439327	77.70163245
30/05/2025 19:00	-0.375951554	41.59647478	-81.90354401	81.1516409
30/05/2025 20:00	13.60053626	41.60086177	-67.93565453	95.13672705
30/05/2025 21:00	45.68820849	41.60479943	-35.85569997	127.232117
30/05/2025 22:00	78.64116831	41.60833382	-2.909667433	160.1920041
30/05/2025 23:00	63.99245512	41.61150627	-17.56459852	145.5495088
31/05/2025 0:00	39.40469479	41.61435388	-42.15794005	120.9673296
31/05/2025 1:00	29.86440445	41.64717744	-51.76256339	111.4913723
31/05/2025 2:00	20.18413188	41.68300832	-61.51306321	101.881327
31/05/2025 3:00	18.74965412	41.71356369	-63.00742838	100.5067366
31/05/2025 4:00	17.54792825	41.73837428	-64.25778211	99.35363862
31/05/2025 5:00	17.7345456	41.76011786	-64.11378139	99.58287259

31/05/2025 6:00	21.95305072	41.77974158	-59.93373806	103.8398395
31/05/2025 7:00	34.86827891	41.7974951	-47.05330612	116.7898639
31/05/2025 8:00	51.29679196	41.81346063	-30.65608494	133.2496689
31/05/2025 9:00	41.55102369	41.8277799	-40.42991847	123.5319658
31/05/2025 10:00	15.07997482	41.84062087	-66.92613517	97.08608482
31/05/2025 11:00	3.136010575	41.85214216	-78.89268074	85.16470189
31/05/2025 12:00	-2.024041722	41.86248218	-84.07299911	80.02491566
31/05/2025 13:00	-3.578662523	41.87176245	-85.64580888	78.48848384
31/05/2025 14:00	-4.676066103	41.88009143	-86.75953697	77.40740477
31/05/2025 15:00	-5.202555803	41.88756665	-87.30067784	76.89556623
31/05/2025 16:00	-5.402197391	41.89427575	-87.51346901	76.70907423
31/05/2025 17:00	-5.010848974	41.90029736	-87.13392274	77.11222479
31/05/2025 18:00	-3.943897619	41.90570203	-86.07756434	78.1897691
31/05/2025 19:00	-0.503468763	41.91055303	-82.64664328	81.63970576
31/05/2025 20:00	13.47301905	41.91490715	-68.67868937	95.62472747
31/05/2025 21:00	45.56069128	41.91881531	-36.59867699	127.7200596
31/05/2025 22:00	78.5136511	41.92232323	-3.65259257	160.6798948
31/05/2025 23:00	63.86493791	41.92547192	-18.30747709	146.0373529
01/06/2025 0:00	39.27717758	41.9282982	-42.90077683	121.455132