Operación Energía · Manual de los juegos

Nov 5, 2026 · @Federico

Dos juegos, una instalación

Operación Energía se instala una sola vez y trae dos juegos, cada uno con su ícono en el escritorio y en el menú Inicio (carpeta «Operación Energía»).

Ícono	Qué se juega	Cada equipo maneja
Operación Zonda	Parque eólico	3 turbinas, las baterías, el viento y el Zonda
Operación Crecida	Central hidroeléctrica de la represa	3 grupos generadores, el embalse, el río y el riego

Cada ícono abre el panel del profesor de su juego, con su color (ámbar el eólico, turquesa la central), sus partidas, su demo, su «Aprender a jugar» y su ranking. Los alumnos entran igual que siempre, con la dirección y el código de la partida. Si el programa ya está abierto, el otro ícono abre el panel del otro juego: se pueden jugar los dos a la vez. La clave y la dirección son las mismas para los dos.

Este manual explica primero **Operación Zonda**; lo propio de la central está en la sección «Operación Crecida».

Qué es el juego

Dos equipos, **Parque Norte** y **Parque Sur**, manejan cada uno un parque eólico de 3 turbinas de 2 MW que le da luz a un pueblo de montaña: unas 3.000 casas y un hospital. La tarde, de las 16:00 a las 24:00, pasa en 15 minutos. **Gana el parque con mejor balance a medianoche: el puntaje es la plata de una empresa eléctrica.**

- **Cinco puestos por equipo:** Turbinas, Red y Baterías (un solo alumno, en una sola pantalla), Meteo, Técnico y Cuadrilla. Si falta un alumno, su puesto lo juega un compañero automático.
- **Mismo viento, mismas fallas:** a los dos parques les llega el mismo clima y las mismas fallas, así que gana el equipo que mejor reacciona.

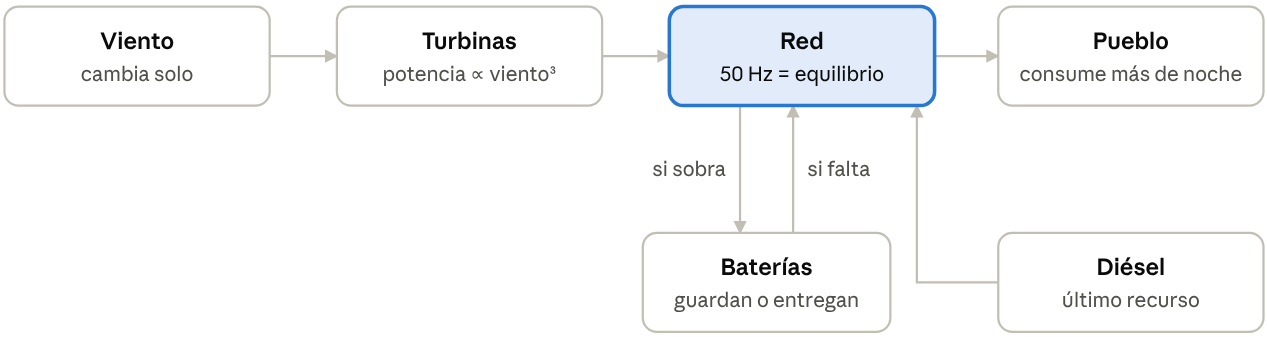
- **Las fallas llegan como alarmas con código** (E-307, E-231…) y solo las ve el puesto que las sufre. Se las tiene que decir al Técnico, que las busca en el manual y dicta los pasos.
- **El profesor elige rival y clima**: juegan contra otro equipo de 5 o contra el sistema (la computadora juega el Parque Sur), y el clima lo provoca él con los botones (ráfagas, Zonda, lluvia, helada, rayos) o el sistema con un clima del día. También puede mandar fallas. Solo Meteo ve venir el clima.
- **Si les va mal:** el contrato (confianza del pueblo) baja con apagones, cortes y fallas sin atender. Si llega a 0, o con 3 accidentes, intervienen el parque: paga una multa y sigue jugando. En Difícil, el parque se pierde.

Nadie puede ganar solo: cada puesto ve una parte y necesita que los demás le avisen.

Cómo funciona la física

Todo el juego se resume en una balanza: **la energía que entra a la red tiene que ser igual a la que consume el pueblo**, y la aguja de Hz muestra si está equilibrada.

La aguja de Hz dice si sobra o falta energía



cómo viaja la energía · del viento al pueblo

Las baterías guardan lo que sobra y lo devuelven cuando falta. El diésel entra solo si no alcanza.

1. **Viento.** Cambia de velocidad y de dirección todo el tiempo. Meteo lo ve venir con un minuto de anticipación.
2. **Turbinas.** Son 3, de 2 MW cada una (6 MW en total).
   - Arrancan con 3 m/s y dan el máximo con 12 m/s. La potencia crece con el viento al cubo: con la mitad de viento dan la octava parte.

- Con más de 25 m/s hay que frenarlas.
- Si la góndola no mira al viento o las palas están abiertas, dan menos.

3. **Pueblo.** Consume unos 2,8 MW a la tarde y hasta 4,2 MW a la noche, cuando se prenden las luces. El hospital consume 0,7 MW todo el tiempo. A la noche equivale a unas 3.000 casas.
4. **Frecuencia.** Si se genera más de lo que se consume, la aguja sube. Si se genera menos, baja.
   - Verde: entre 49,5 y 50,5 Hz.
   - Si pasa de 48,5 o de 51,5 Hz durante más de 3 segundos, las protecciones cortan todo: **apagón**.
   - Después de un apagón, las turbinas tardan unos 12 segundos en volver a sincronizarse.
5. **Baterías y diésel.** Las baterías cargan o entregan hasta 2 MW; a potencia máxima, una carga completa dura unos 2 minutos (en horas del pueblo, unos 2,9 MWh). El diésel da 1,5 MW, tarda 12 segundos en arrancar y su combustible se paga: resta del balance mientras funciona.

Los 5 puestos

Cada equipo es de 5 alumnos: Red y Baterías los maneja uno solo, en una pantalla que tiene arriba los controles de Red y abajo los de Baterías. Cada puesto ve solo una parte del parque, así que **cada decisión necesita que otro puesto avise o dicte algo**.

Puesto	Qué ve	Qué hace	Con quién habla
Turbinas	El parque en 3D, el viento que siente cada turbina, sus alarmas	Orienta cada turbina, abre las palas, frena	Le dice los códigos al Técnico; escucha a Meteo y a Red
Red	Frecuencia (Hz), tensión (kV), barrios, casas con luz	Corta o conecta barrios, mueve la toma del transformador, arranca el diésel	Maneja también las baterías; le pide a Turbinas que genere menos

Puesto	Qué ve	Qué hace	Con quién habla
Baterías	Potencia, carga (% y MWh), temperatura de los racks	Pone la consigna (cargar o entregar), prende el aire	Es parte de la pantalla de Red: la consigna se mueve mirando la aguja de Hz
Meteo y seguridad	El pronóstico del próximo minuto, rayos, frío y humedad	Avisa al equipo lo que viene, pone candados, evacúa	Es el único que ve el clima que viene: tiene que avisar a tiempo
Técnico	El manual de fallas y cuántas alarmas hay (sin los códigos)	Usa herramientas, sube a las torres, despacha a la Cuadrilla	Recibe los códigos y dicta los pasos a cada puesto
Cuadrilla	La camioneta en 3D, el mapa, sus órdenes de trabajo	Maneja hasta las torres, cierra seccionadores, lleva al Técnico, hace la ronda de inspección	Recibe las órdenes del Técnico; cuenta lo que ve en la ronda

Cadena de una falla:

1. Al puesto que la sufre le aparece la alarma con su código. La tiene que **reconocer a tiempo (20 segundos en Fácil, 12 en Normal)**.
2. Le dice el código al Técnico.
3. El Técnico lo busca en el manual y **dicta los pasos, en orden**, a cada puesto.
4. Si hay trabajo en el campo, el Técnico **manda a la Cuadrilla** a esa torre.
5. Cuando se cumple el último paso, la alarma se borra y el equipo suma puntos; esos puntos se reparten como aporte entre los alumnos que hicieron los pasos.

Si un puesto lo juega la computadora, también "habla": el Técnico automático le muestra a cada alumno el paso que le toca, y un puesto automático le pasa el código al Técnico.

Cómo se juega una partida

Una partida dura 15 minutos (el profesor puede elegir 12, 15 o 20) y sigue la tarde del valle: **empieza con sol a las 16:00, la demanda sube al anochecer y termina a medianoche**.

1. **Ingreso.** Cada alumno escribe el código de la partida y su nombre, y elige equipo y puesto. Cada equipo es de 5 (uno maneja Red y Baterías); si falta alguno, su puesto lo juega un compañero automático.
2. **El profesor elige contra quién juegan, quién provoca el clima y la dificultad** y arranca. Los dos parques empiezan igual: baterías a la mitad, turbinas andando y el pueblo con luz.
3. **A la tarde (16:00 a 18:30)** el consumo es bajo. Si sopla fuerte, conviene cargar las baterías para la noche.
4. **Al anochecer (18:30 a 21:00)** se prenden las luces y el consumo sube casi un 50 %. Es cuando más se nota si guardaron energía.
5. **A la noche (21:00 a 24:00)** el viento suele calmarse. Quedan las baterías, el diésel o cortar barrios.
6. **Durante toda la partida** llegan ráfagas, giros y tormentas, las fallas (cada vez más seguidas a la noche) y el clima en vivo que manda el profesor, que solo Meteo ve venir.
7. **Final.** Gana el equipo con mejor balance (en Difícil, salvo que haya perdido el parque). El proyector muestra el ganador, de dónde salió el puntaje de cada parque, el podio de mejores aportes y el repaso de la tarde.

Quién provoca el clima: el profesor («Lo manejo yo», viene elegido) o el sistema, con uno de estos climas del día:

Clima	Dificultad	Cómo es
Lo manejo yo (el profesor)	La que él elija	El viento acompaña al consumo del pueblo; no pasa nada hasta que el profesor toca un botón de clima en vivo
Tarde tranquila	1 de 4	Viento parejo de 9 a 12 m/s, una ráfaga
Tarde variable	2 de 4	Calmas y viento fuerte, una tormenta con lluvia a mitad de la tarde
Día de Zonda	3 de 4	Viento fuerte casi todo el tiempo, dos temporales de más de 25 m/s
Frente de tormenta	4 de 4	Dos tormentas con lluvia y rayos, el viento gira casi 90°

Clima	Dificultad	Cómo es
Ola de calor	2 de 4	37 °C: las casas gastan un 20 % más (aire acondicionado) y la batería se calienta; a la siesta casi no hay viento. Se aprende a cuidar la carga y a usar bien el diésel
Noche de helada	2 de 4	Frío y humedad: dos veces se forma hielo en las palas. Meteo lo ve venir; hay que frenar y deshelar sin arriesgar al técnico
Equipos viejos	3 de 4	Viento parejo, pero salen muchas más fallas: pone a prueba al Técnico, a la Cuadrilla y cómo se avisan entre todos
Noche de la final	2 de 4	A eso de las 20 h juega la Selección y todo el pueblo prende la tele: un pico de consumo para el que Red y Baterías se tienen que preparar
Sorpresa	Al azar	Nunca sale igual

Al elegir un clima del día, el panel muestra **Qué se aprende** con ese clima, y el proyector lo muestra antes de empezar la partida.

Clima en vivo (botones del profesor, llegan a los 15 s):

Botón	Qué pasa
Ráfaga	+7 m/s durante 10 s
Viento fuerte	Unos 20 m/s durante 1 minuto: hay que abrir las palas
Zonda / temporal	Más de 25 m/s: hay que frenar las turbinas
Calma	El viento cae casi a 0 durante 45 s: salen baterías y diésel
Giro del viento	La dirección cambia 90° en 20 s: hay que reorientar
Lluvia	90 s de lluvia: el barro crece y la camioneta patina
Helada	−2 °C con humedad: hielo en las palas
Tormenta eléctrica	Rayos que se acercan: hay que evacuar

Botón	Qué pasa
Frente de tormenta	Viento fuerte, giro, lluvia y rayos juntos

Meteo ve todo esto en su pronóstico: barras de colores para la velocidad, flechas para la dirección e íconos para la lluvia, la helada y los giros, con un bip de radar cuando entra algo nuevo.

Fallas, alarmas y accidentes

Las fallas llegan como **alarmas con código** solo al puesto que las sufre: se reconocen a tiempo (20 s en Fácil, 12 en Normal) y se resuelven siguiendo el manual del Técnico, **paso por paso y en orden**. Cuanto más rápido, más suma; mientras siguen abiertas, restan.

Código	Falla	Le aparece a	Qué hay que hacer (resumen)
E-104	Anemómetro sin señal	Meteo	Técnico: calefacción del anemómetro y esperar 10 s
E-140	Veleta trabada	Turbinas	Técnico reinicia el sensor; Meteo dicta la dirección 15 s
E-160	Hielo en las palas	Turbinas	Frenar, calefacción de palas, esperar 12 s, soltar
E-190	Tormenta eléctrica cerca	Meteo	Evacuar; liberar cuando los rayos pasen de 20 km
E-213	Generador caliente	Turbinas	Palas de esa turbina a 20° o más durante 15 s
E-231	Aceite de la caja caliente	Turbinas	Frenar, candado, la Cuadrilla lleva al Técnico, subir, sacar el candado, soltar
E-307	Falla del convertidor	Turbinas	Frenar, reset del convertidor con el código del manual, soltar
E-308	Reset rechazado	Turbinas	Frenar, esperar 10 s y repetir E-307
E-340	Pitch bloqueado	Turbinas	Frenar, reset del pitch, palas a 90° y a 0°, soltar

Código	Falla	Le aparece a	Qué hay que hacer (resumen)
E-412	Sobrecorriente en un barrio	Red	Técnico rearma el relé; Red cierra el barrio
E-420	Tensión fuera de rango	Red	Corregir con la toma, rearmar el relé, cerrar el barrio
E-470	Seccionador de campo abierto	Turbinas	El Técnico manda a la Cuadrilla, que lo cierra en la torre (90 s)
E-512	Baterías recalentadas	Baterías	Aire, consigna de 1 MW o menos hasta bajar de 30 °C, confirmar
E-545	Desbalance de celdas	Baterías	Cargar lento 15 s y ecualizar
E-620	Diésel sin combustible	Red	Cargar combustible y arrancar
E-701	Sin comunicación con una turbina	Turbinas	Reiniciar el enlace de fibra

Además de las alarmas, la física:

- **Sobrevelocidad:** con mucho viento y las palas cerradas, la turbina se pasa de vueltas y queda 18 s fuera.
- **Turbina rota:** con más de 25 m/s y girando, se rompe y queda 45 s fuera.
- **Caja rota:** si el aceite pasa el límite, la turbina queda 50 s fuera. Trabajar por debajo del 60 % la enfría.
- **Apagón:** si la frecuencia sale de 48,5 a 51,5 Hz más de 3 segundos. Se restablece con batería cargada o el diésel andando, y después se conectan los barrios de a uno.

Accidentes (cada uno resta 500; con 3, intervienen el parque y en Difícil lo clausuran): subir a una torre con el rotor girando, sin candado, con 15 m/s o más de viento, con rayos a menos de 15 km, o tener al técnico arriba cuando los rayos llegan a menos de 10 km.

Puntaje (balance) y contrato

El puntaje es el **balance de una empresa eléctrica**: arranca en 0, suma lo que el parque vende (la energía del viento que llega al pueblo) y resta lo que gasta o le cobran. **El balance decide quién gana; el contrato (la confianza del pueblo, de 0 a 100 %) decide si intervienen el parque.**

Concepto	Balance	Contrato
Venta: energía del viento (directa o guardada en la batería) que llega al pueblo	+1 por MW·s	—
Alarma resuelta (cuanto más rápido, más)	+40 a +80	+3 %
Aviso de Meteo que se cumple	+40	—
Ronda de inspección (una cada 2 minutos como mucho)	+30	+2 %
Pueblo bien servido, por segundo	—	sube de a poco
Combustible del diésel (esa energía no se cobra)	−1,5 por MW·s	—
Barrios sin luz: energía no entregada (el hospital cuenta triple cuando se le acaba su grupo electrógeno)	−2 por MW·s	baja
Frecuencia fuera de la zona verde, por segundo	−0,5	baja
Cada alarma sin resolver, por segundo (equipos parados)	−0,5	—
Alarma no reconocida a tiempo	−20	−3 %
Cuadrilla que no llega a tiempo al campo	−60	−8 %
Sobrevelocidad	−40	−5 %
Turbina o caja rota (reparación)	−150	−12 %
Apagón	−200	−25 %
Accidente	−500	−20 %
Intervención	−300 en Fácil, −400 en Normal	vuelve a 60 / 50 %

Jugando bien, un parque termina la tarde con unos 4.000; uno abandonado queda en negativo y uno que no genera pierde mucho. **De dónde salió cada punto se ve siempre:** el alumno toca su puntaje (la estrella de arriba) y ve el balance de su parque; el profesor

abre «Cuentas del puntaje» en cada partida; al terminar, el proyector muestra las cuentas de los dos parques y el informe las trae al pie.

Si el contrato llega a 0, o hay 3 accidentes, **intervienen el parque**: la cooperativa deja todo andando, cobra la multa y sostiene la red 30 segundos; el equipo sigue jugando. En Difícil, en cambio, el parque pierde la concesión o queda clausurado. El hospital tiene su grupo electrógeno: sin luz aguanta 90 s en Fácil (120 en Práctica, 60 en Normal, 30 en Difícil) antes de que empiece a caer la confianza.

Operación Crecida (la central de la represa)

Es el segundo juego y se abre con su propio ícono. **Central Norte** y **Central Sur** manejan cada una una central hidroeléctrica en un dique de Mendoza, con 3 grupos generadores que le dan luz al mismo pueblo. Se juega igual que Operación Zonda: 5 por equipo, contra otro equipo o contra el sistema, con el mismo balance y las mismas dificultades.

Puesto	Qué hace en la central
Turbinas	Maneja los grupos G1, G2 y G3: los arranca (tardan 8 s en entrar en línea), los para y les mueve la APERTURA. Rinden mejor en la zona verde; muy cerrados (menos del 30 %) o al máximo, cavitan.
Red y Embalse	Cuida los Hz y los barrios, como en el parque, y el embalse: el nivel, el VERTEDERO, la VÁLVULA DE RIEGO en los turnos de riego y el caudal ecológico.
Hidrología	Ve lo que trae el río (la regla del río y el caudal del próximo minuto) y el sismógrafo. Avisa las crecidas y los sismos, y AVISA RÍO ABAJO antes de abrir el vertedero.
Técnico	Tiene el manual de fallas de la central y dicta los pasos.
Cuadrilla	Lleva la camioneta a la Toma, la Casa de máquinas y las Compuertas.

Las reglas del agua

- Si el embalse pasa el 95 %, hay que abrir el vertedero: si rebalsa, hay multa cada minuto.

- Antes de abrir el vertedero a la mitad o más, Hidrología avisa río abajo. Abrirlo sin avisar aparece en el proyector como falta.
- En los turnos de riego tiene que salir el agua que piden los regantes, y nunca menos que el caudal ecológico.
- Parar un grupo de emergencia con mucha apertura produce un golpe de ariete.
- Si la central queda sin luz, se puede volver a arrancar en negro.

Climas de la central: Río parejo (para la primera vez), Deshielo de primavera, Año de sequía y Tormenta en la cordillera, además de los que comparte con el parque (Ola de calor, Noche de la final, Equipos viejos, Frente de tormenta y «Lo manejo yo»). En Clima en vivo, el botón propio de la central es **Crecida del río**.

Fallas de la central:

Código	Qué pasa	Quién la resuelve
E-810	Embalse casi lleno: pasó el 95 %	Hidrología avisa y Embalse abre el vertedero
E-812	Embalse vacío: bajó del 10 % y los grupos no generan	Turbinas
E-820	Rejas de la toma tapadas: los grupos dan la mitad	Cuadrilla
E-830	Compuerta del vertedero trabada	Cuadrilla y después Embalse
E-840	Turno de riego sin cumplir	Embalse
E-845	Caudal ecológico sin cumplir	Embalse
E-850	Sismo: hay que revisar la presa	Hidrología, Cuadrilla y Técnico
E-910	Cojinete caliente en un grupo	Turbinas y Técnico
E-920	Cavitación: el grupo vibra y hace ruido	Turbinas
E-930	Golpe de ariete en una tubería	Turbinas para, Hidrología pone el candado, Cuadrilla revisa, Técnico confirma, Hidrología saca el candado, Turbinas arranca

Código	Qué pasa	Quién la resuelve
E-940	Falla del regulador: la apertura no responde	Turbinas para, Hidrología pone el candado, Técnico resetea, Hidrología saca el candado, Turbinas arranca
E-950	Falla de excitación: el grupo salió de línea	Técnico y Turbinas

Seguridad: el candado de los grupos (desde la 1.9). Hidrología tiene «Candados de los grupos (LOTO)». El candado se pone solo con el grupo PARADO y, mientras está puesto, el botón del grupo dice CANDADO y nadie lo puede arrancar. Antes de trabajar en un grupo (E-930 y E-940) el orden es siempre: **parar → candado → trabajar → sacar el candado → arrancar**. Resetear el regulador con el grupo andando o sin candado, o entrar a revisar la tubería sin candado, es un **accidente** (−500 puntos; con tres, se clausura la central), igual que subir a una torre sin freno y candado en Operación Zonda.

Rayos en la central (desde la 1.9.2). Los trabajos de la Cuadrilla son al aire libre, en la presa. Si hace un trabajo (botón LLAVE) con rayos a **menos de 10 km**, es un **accidente**. Cuando aparece E-190, Hidrología toca **EVACUAR EL CAMPO**: mientras está evacuado la Cuadrilla espera en la camioneta (no puede trabajar y nadie se accidenta) y **el plazo del trabajo se frena**, así que esperar no resta. Cuando los rayos pasan los 20 km, Hidrología libera y la Cuadrilla sigue. La Cuadrilla ve en su panel el aviso «⚡ Rayos a N km: no bajes a trabajar». En el informe, cada accidente se anota al puesto que lo causó (Técnico o Cuadrilla), y el proyector de la central muestra «Accidentes N/3».

Lo que se ve en el 3D de la central: el dique de hormigón con su camino arriba; las compuertas del vertedero, que suben cuando se abre, y el agua que baja por el canal; las tuberías forzadas hasta la casa de máquinas, con una luz por grupo (verde en línea, naranja arrancando o parando, roja con falla); el lago, que sube y baja con el nivel del embalse; y el río que nace al pie de la presa, que corre más rápido y con más espuma cuanto más agua sale.

Guía rápida para el profesor

El profesor crea la partida, **elige contra quién juegan y quién provoca el clima, y puede mandar clima y fallas en vivo**.

1. Doble clic en el ícono del juego (Operación Zonda u Operación Crecida): se abre solo el panel del profesor de ese juego en `/profesor` (la clave está en `config.json`; no distingue mayúsculas ni tildes).
2. Creá la partida: curso, contra quién juegan (otro equipo o el sistema), quién provoca el clima, dificultad y duración. La dirección para los alumnos está arriba en tu panel, con el botón «Código QR».
3. Abrí el proyector y llevalo a la pantalla grande: mientras esperan, muestra el código en grande.
4. Los alumnos entran desde las compus o los celulares de la misma red (la Cuadrilla, con el celular acostado).
5. Tocá **Iniciar**. Usá el clima en vivo y las fallas en vivo para subir la dificultad: les llegan iguales a los dos parques.
6. Al final, el proyector muestra el ganador, las cuentas de los dos parques y los mejores aportes.

Herramientas del profesor:

- **Demo** (`/demo`, desde tu PC): las 5 pantallas de un equipo, tu panel y el proyector (si tocás un control, la computadora deja ese puesto un minuto); se pueden maximizar y recorrer con ◄► o pasar solas. El botón «Ver demo» de cada panel abre la demo de su juego.
- **Qué muestra tu panel:** los dos parques con su balance y sus cuentas, contrato, accidentes y los códigos de las alarmas (vos sí los ves), quién está en cada puesto y el pronóstico del próximo minuto.
- **Compus lentas:** el 3D está en Turbinas, Cuadrilla y el proyector. Con `?fps=1` en la dirección se ven los cuadros por segundo (más de 30 anda bien). La calidad está en Auto y baja sola; el botón ⚙ Calidad la cambia a mano.
- **Si un alumno se desconecta**, su puesto lo juega un compañero automático hasta que vuelva; recargando la página vuelve solo a su puesto.
- **Ranking de cursos:** el botón del panel muestra el mejor puntaje de cada curso, su promedio, las partidas jugadas y cómo le fue contra el sistema, con filtro por dificultad. Se arma solo con las partidas que terminan en esta computadora y no guarda nombres de alumnos. Cada juego tiene su ranking.
- **Colores y letra:** el botón ◐ (en la pantalla de cada alumno, en tu panel y en el proyector) pasa a colores para daltónicos: «bien» en azul y «mal» en naranja (las formas ■ ◆ ▲ no cambian). En el proyector, **A+** agranda la letra. Cada computadora se acuerda de lo que eligió.

- **Lo que se ve en el 3D:** de noche el pueblo se apaga por barrio cuando Red lo corta (y entero con un apagón); el hospital sigue con luz mientras le dura su grupo electrógeno, que larga humo; el diésel larga humo cuando anda; una turbina recalentada o rota larga humo y vibra si se pasa de vueltas; y por los cables al pueblo viajan puntos de luz, más seguidos cuanto más consume el pueblo.

La primera vez con un curso

Probado en el aula: si el curso arranca directo con una partida normal, todo pasa demasiado rápido y los alumnos no llegan a entender su pantalla. Para la primera clase conviene hacerlo en dos pasos.

1. **Tu misión.** Mientras esperan que el profesor inicie, cada alumno ve en su pantalla qué cuida su puesto, tres cosas para hacer y con quién tiene que hablar. Durante el juego la vuelve a ver con el botón **?** de arriba a la derecha.
2. **Práctica guiada.** Al crear la partida, elegir la dificultad *Práctica guiada*. La primera falla llega recién a los 100 segundos, las fallas llegan de a una y no se puede perder. La primera vez que pasa cada cosa (primera alarma, primer trabajo en el campo, primer apagón, primer accidente) **el juego se pausa solo** y todas las pantallas y el proyector muestran qué pasó y qué hace cada puesto. Se lee con el curso y se toca **Reanudar**; si nadie lo toca, sigue sola a los 45 segundos.
3. **Partida de verdad.** Recién después, una partida en Fácil o Normal.

Aprender a jugar (práctica individual). Aparte de la partida, cada alumno puede practicar solo desde su celular o su compu: en el ingreso, el botón **¿Primera vez? Aprender a jugar** (o la dirección `/practica`). Elige un puesto y la pantalla le va diciendo qué hacer, paso a paso: provoca el clima o la falla que hace falta y espera a que lo haga. Los demás puestos los juega la computadora. Tarda unos 5 minutos, no cuenta puntaje y no aparece en tu panel. Sirve para que lleguen a la primera partida sabiendo dónde está cada botón.

Laboratorio (desde la 1.9). Botón **Laboratorio** en el panel del profesor (y en el ingreso de los alumnos, o la dirección `/laboratorio`). No hay partida ni puntaje: se mueven controles y se ve qué pasa, con las mismas cuentas del juego. Sirve para dar la clase con el proyector antes de jugar.

- **Operación Zonda:** viento, pitch, góndola desviada y hielo. Muestra la curva de potencia de la turbina, cuándo arranca (3 m/s), cuándo llega al máximo (12 m/s), cuándo se frena sola (25 m/s) y cuándo se pasa de vueltas. La cuenta: $P = ½ \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot Cp$ (el viento al cubo).

- **Operación Crecida:** apertura del grupo, nivel del embalse y rejas tapadas. Muestra el caudal, el salto, el rendimiento, la zona verde (40 % a 90 %) y la cuenta $P = 9{,}81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta$ con los números de ese momento.
- **Experimentos:** cinco por juego, cada uno con «Probalo» (deja los controles listos), una pregunta y la explicación. Por ejemplo: con el doble de viento, ¿cuántas veces más potencia? (8).
- **Seguridad:** ordenar los pasos del bloqueo antes de subir a la torre o de entrar a un grupo, y las 5 reglas de oro del trabajo eléctrico (cortar, bloquear y señalizar, verificar, poner a tierra, delimitar la zona).

Ayudas para ubicarse en la pantalla

- **Cartel ACÁ.** Cuando a un alumno le toca hacer algo (reconocer una alarma, frenar una turbina, usar una herramienta), el control que tiene que tocar se ilumina con un cartel que dice ACÁ. En Práctica guiada y Fácil además aparece escrito el paso («Te toca: frenar esa turbina»). En Normal solo se ilumina: el paso lo sigue dictando el Técnico. En Difícil no hay ayuda.
- **Las palabras de cada puesto.** El botón **?** de cada alumno muestra su misión y, debajo, qué significan las palabras técnicas de su pantalla (pitch, consigna, relé, seccionador…), con dibujos.
- **Explicación guiada para el profesor.** En la demo (`/demo` desde la PC del profesor) el botón ▶ **Explicación guiada** recorre las 5 pantallas, el panel del profesor y el proyector con el juego andando. Marca con números cada zona de la pantalla, cuenta qué hace ese alumno y con quién habla, explica las palabras técnicas y trae botones para provocar una ráfaga o una falla y verlas pasar. Termina con el diccionario completo. Conviene verla una vez antes de la primera clase.

Cómo se comunican (para que se entienda qué pide el Técnico)

La comunicación se dice en voz alta y además queda escrita en la pantalla del otro.

1. Al que le suena la alarma toca **RECONOCER** y después **AVISAR**. Al Técnico le aparece, por ejemplo, «Lucía (Turbinas) avisa: E-340 en T3». Tocando ese aviso se abre el manual en esa falla.
2. La hoja del manual se pone **en vivo**: dice en qué turbina es, tilda los pasos ya hechos y resalta el que toca ahora, escrito con el nombre exacto del botón y dónde está («Tocá el botón FRENO en la tarjeta de la T3»).
3. El Técnico le lee ese paso al compañero y toca **PEDIR**. Al compañero le aparece el pedido en grande, arriba de su pantalla, y el botón que tiene que tocar queda marcado con **ACÁ**.

Funciona en todas las dificultades. El informe para calificar suma dos columnas: alarmas avisadas al Técnico y pasos pedidos por el Técnico. Los pasos de la tabla de fallas de este manual están resumidos; en el juego aparecen con el nombre exacto de cada botón.

Dificultad (se elige al crear la partida; viene en Fácil. Contra el sistema, la computadora está atenta el 40 % del tiempo en Práctica, 50 % en Fácil, 70 % en Normal y 90 % en Difícil)

Dificultad	Para	Primera falla	Tiempo para reconocer	Además
Práctica guiada	La primera vez	100 s	30 s	Pausas que explican; no se pierde
Fácil	1.° a 3.°	75 s	20 s	Fallas de a una; contrato tolerante; si les va mal, multa y siguen
Normal	4.° y 5.°	50 s	12 s	Si les va mal, multa y siguen
Difícil	6.° y 7.°	30 s	8 s	Fallas seguidas; contrato exigente; acá sí se puede perder el parque

Después de la partida

- **Repaso de la tarde.** Al terminar, el proyector muestra arriba la línea del puntaje de los dos equipos minuto a minuto, con ▲ donde hubo un apagón, un accidente o una intervención («acá bajó: ¿por qué?»), y por cada parque la energía del viento contra el consumo del pueblo hora por hora, la frecuencia, los apagones sombreados y las fallas, accidentes y cambios de clima marcados. Sirve para charlar con el curso qué pasó y por qué.
- **Preguntas de repaso.** Cada alumno responde en su pantalla 4 preguntas cortas (de lo que le pasó a su parque, de su puesto y generales) y enseguida ve si estaba bien y por qué. En tu panel, la partida terminada muestra cuántos respondieron y qué preguntas salieron peor, para charlarlas con el curso; el informe suma la columna «Preguntas de repaso».

- **Informe para calificar.** En el panel del profesor, el botón **⬇ Informe (Excel)** baja una planilla con una fila por alumno: acciones, errores, alarmas reconocidas y en cuánto tiempo, alarmas que dejó escalar, pasos del manual cumplidos, avisos de Meteo y cuántos acertó, accidentes, el porcentaje del tiempo con su puesto bien manejado y su aporte al puntaje (los puntos de cada alarma se reparten entre los que trabajaron en ella); al pie, las cuentas de cada parque. Hay que bajarlo antes de eliminar la partida.
- **El técnico se ve.** En la pantalla de la Cuadrilla, cuando el Técnico sube a una torre, un operario baja de la camioneta, trepa la escalera y trabaja arriba de la góndola. Si la camioneta queda parada al pie de la torre, la cámara lo sigue.

Glosario

Término	Qué es
Alarma	Aviso de falla con un código (E-307). Solo la ve el puesto que la sufre
Anemómetro	Mide la velocidad del viento. Las copas giran más rápido cuanto más sopla
Apagón	Corte total de la red cuando la frecuencia se sale de rango
Balance (puntaje)	Lo que el parque ganó vendiendo energía del viento menos lo que gastó y le cobraron. Decide quién gana
Caja multiplicadora	Engranajes que suben las vueltas del rotor para que el generador produzca. Se calienta si trabaja al máximo mucho tiempo
Candado (bloqueo)	Traba el freno de una turbina para que nadie lo suelte con un técnico arriba
Consigna	La potencia que Red le pide a Baterías: + entrega, − carga
Contrato	La confianza del pueblo en el parque (0 a 100 %). En 0, intervienen el parque (en Difícil, lo pierde)

Término	Qué es
Despachar	Mandar a la Cuadrilla a una torre. Lo hace el Técnico
Diésel (grupo electrógeno)	Motor con generador que da energía de respaldo. Caro y contaminante
Evacuar	Sacar a todos de las torres y del campo cuando hay rayos cerca
Frecuencia (Hz)	Ritmo de la corriente alterna. En Argentina es 50 Hz y muestra si la red está equilibrada
Góndola	La caja arriba de la torre, con el generador. Gira para mirar al viento
Intervención	Cuando la confianza llega a 0 o hay 3 accidentes, la cooperativa deja el parque andando y cobra una multa. El equipo sigue jugando
kV (kilovoltio)	Unidad de tensión. La red del pueblo trabaja en 13,2 kV
MW (megavatio)	Unidad de potencia: 1 MW = 1000 kW
MWh (megavatio hora)	Unidad de energía: 1 MW durante una hora. Mide cuánto guardan las baterías
Palas (ángulo)	Cerradas toman todo el viento; abiertas toman menos. Se abren para no pasarse de vueltas
Pronóstico	Lo que Meteo ve venir en el próximo minuto: velocidad (barras), dirección (flechas) e íconos de lluvia, helada y giros
Reconocer	Tocar una alarma para avisar que se vio. Hay que hacerlo a tiempo (20 s en Fácil, 12 en Normal)
Ronda de inspección	Recorrida de la Cuadrilla por el pie de las tres torres para ver si algo anda mal antes de que salte una alarma
rpm	Vueltas por minuto del rotor
Seccionador	Llave al pie de cada torre que conecta la turbina con la red. Si se abre, la turbina gira pero no entrega

Término	Qué es
Sincronizar	Poner la turbina al mismo ritmo que la red antes de volver a entregarle energía
Toma del transformador	Ajuste que sube o baja un poco la tensión de la red
Veleta	Indica de dónde viene el viento
Embalse	El lago detrás del muro de la presa. El porcentaje dice cuánta agua tiene; el agua guardada sirve para generar cuando falta viento.
Caudal (m³/s)	Cuánta agua pasa por segundo. 40 m³/s son 40 tanques de mil litros cada segundo.
Turbinar	Hacer pasar el agua por las turbinas de la represa para generar. El agua sigue río abajo y sirve para el riego.
Bombeo	Usar la energía que sobra para subir agua al embalse y guardarla para después.
Vertedero	Las compuertas por donde se larga agua sin pasar por las turbinas: no genera, pero evita que el embalse rebalse.
Turno de riego	El horario en que los regantes reciben su agua. Durante el turno tiene que salir de la presa al menos lo que piden.