

INFORME GO-SEN N° 16/2019
PROGRAMA DE GENERACIÓN DE 12 MESES
PERÍODO JULIO 2019 – JUNIO 2020

DEPARTAMENTO DE PROGRAMACIÓN

Julio 2019



Programa de Generación de 12 meses período julio 2019 – junio 2020

| Rev. | Fecha | Comentario | Realizó | Revisó / Aprobó |
|------|------------|---------------|---------------------------|--|
| 1 | 09-07-2019 | Informe final | Felipe Valdés González | Ernesto Huber Sergio Díaz Juan M. Donoso |

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|------------------|
| <i>TABLA DE CONTENIDO</i> | <i>2</i> |
| <i>1 INTRODUCCIÓN</i> | <i>3</i> |
| <i>2 ANTECEDENTES</i> | <i>3</i> |
| <i>3 RESULTADOS</i> | <i>8</i> |
| <i>4 COMENTARIOS FINALES</i> | <i>20</i> |

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe resume los antecedentes y los resultados del proceso de planificación de la operación para los próximos 12 meses del Sistema Eléctrico Nacional.

Este programa mensual de generación tiene por objetivo estudiar la situación de abastecimiento del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) durante 12 meses, bajo diferentes condiciones hidrológicas. En particular se presentan los resultados de energía generada por tipo de aporte, las trayectorias de cotas de los embalses, la energía embalsada y los costos marginales de energía en las SS/EE Crucero, Diego de Almagro, Maitencillo, Quillota, y Charrúa. Para los costos marginales de energía se muestran resultados hasta junio de 2020, para días de trabajo típicos.

2 ANTECEDENTES

A continuación, se detallan los antecedentes empleados en el proceso:

a) Tres escenarios hidrológicos: Hidrología media, hidrología seca e hidrología húmeda. En el caso de hidrología media se considera un año con 50% de probabilidad de excedencia, lo cual corresponde a la energía afluente del año hidrológico 1969-1970. Para la hidrología seca se considera un año con 90% de probabilidad de excedencia que corresponde a la energía afluente del año hidrológico 2007-2008. Para la hidrología húmeda se considera un año con 20% de probabilidad de excedencia que corresponde a la energía afluente del año 1986-1987. Los datos corresponden a la estadística de caudales de los últimos 58 años utilizados en el proceso de planificación de la operación semanal. Adicionalmente, para julio-2019 se han limitado los volúmenes afluentes de acuerdo a los datos entregados por el Sistema de Pronóstico de Caudales.

b) La programación de 12 meses se ejecuta en etapas semanales, es decir se consideran 48 etapas para el año estudiado.

c) El modelo aplicado corresponde al utilizado en el proceso de programación semanal denominado PLP, el cual incorpora el sistema de transmisión y el factor de carga del consumo semanal, y se definen 5 bloques de consumo por semana. Como resultado de lo anterior se obtienen 240 (48×5) despachos para cada escenario hidrológico. El primer bloque de cada semana corresponde a las demandas agregadas de las horas de medianoche, el segundo corresponde a la agregación de las horas de madrugada, el tercero corresponde a la agregación de las horas de mañana, el cuarto corresponde a la agregación de las horas de tarde y el quinto corresponden a la agregación de las horas de noche.

d) Los consumos mensuales en barras utilizados son estimados de acuerdo a pronósticos de ventas de energía disponibles a la fecha del programa. Los consumos semanales y diarios en barras son estimados sobre la base de factores históricos de acuerdo a la semana y tipo de día.

e) La demanda por barra es obtenida a partir de los consumos diarios y de la distribución topológica de éstos. La distribución de demanda entre las diversas barras se estima sobre la base de antecedentes históricos.

f) Los mantenimientos de centrales y líneas de transmisión, los costos de combustibles y las capacidades de transmisión corresponden a los datos utilizados en los procesos de planificación de la operación.

g) Se han utilizado las siguientes cotas iniciales, correspondientes al 1 de julio de 2019:

| Embalse | Cota [m.s.n.m.] |
|---------------------|--------------------|
| Lago Laja | 1318.53 |
| Embalse Colbún | 408.89 |
| Laguna del Maule | 2160.75 |
| Embalse Ralco | 700.64 |
| Lago Chapo | 231.03 |
| Lago Rapel | 101.40 |
| Laguna La Invernada | 1303.31 |

Tabla 1.- Cotas iniciales.

h) La disponibilidad de Gas Natural utilizada corresponde a la informada por las empresas según la Norma Técnica de GNL, y se detalla en la siguiente tabla:

| Disponibilidad Mensual GNL Centrales Zona Norte SEN | | | | | |
|---|------------------|-----------------|-------|----------------|-----------------|
| Mes | Tocopilla U16 | Mejillones 3 | Kelar | Gas Atacama | Taltal 1 y 2 |
| jul-19 | 100% | 37% | 59% | 3% | 0% |
| ago-19 | 88% | 0% | 46% | 0% | 0% |
| sept-19 | 88% | 0% | 37% | 0% | 0% |
| oct-19 | 32% | 43% | 31% | 0% | 0% |
| nov-19 | 0% | 80% | 28% | 0% | 0% |
| dic-19 | 47% | 22% | 29% | 0% | 0% |
| ene-20 | 68% | 0% | 68% | 0% | 0% |
| feb-20 | 70% | 0% | 87% | 0% | 0% |
| mar-20 | 68% | 0% | 82% | 0% | 0% |
| abr-20 | 78% | 12% | 86% | 0% | 0% |
| may-20 | 96% | 23% | 52% | 0% | 0% |
| jun-20 | 54% | 0% | 59% | 0% | 0% |

Tabla 2.- Disponibilidad de GNL y GNA Zona Norte SEN.

Disponibilidad Mensual GNL y GNA Zona Sur SEN

| Mes | San Isidro 1 | San Isidro 2 | Nehuenco 1 | Nehuenco 2 | Colmito | Nueva Renca | Quintero 1 y 2 | Candelaria 1 y 2 |
|---------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------|----------------|-------------------|---------------------|
| jul-19 | 77% | 96% | 61% | 88% | 11% | 100% | 96% | 19% |
| ago-19 | 4% | 10% | 26% | 47% | 10% | 1% | 0% | 0% |
| sept-19 | 33% | 74% | 0% | 0% | 0% | 11% | 2% | 0% |
| oct-19 | 9% | 3% | 0% | 0% | 0% | 11% | 0% | 0% |
| nov-19 | 0% | 7% | 0% | 0% | 0% | 11% | 0% | 0% |
| dic-19 | 0% | 6% | 0% | 2% | 0% | 11% | 0% | 0% |
| ene-20 | 97% | 97% | 0% | 77% | 0% | 11% | 70% | 0% |
| feb-20 | 100% | 100% | 0% | 79% | 0% | 11% | 73% | 0% |
| mar-20 | 100% | 100% | 0% | 83% | 0% | 9% | 73% | 0% |
| abr-20 | 100% | 100% | 6% | 78% | 0% | 9% | 73% | 26% |
| may-20 | 23% | 100% | 0% | 5% | 0% | 11% | 100% | 0% |
| jun-20 | 100% | 100% | 0% | 0% | 0% | 11% | 73% | 0% |

Tabla 3.- Disponibilidad de GNL y GNA Zona Sur SEN.

i) Este informe considera las siguientes fechas de puesta en servicio de centrales.

| Central | Tipo de central | Puesta en servicio | Potencia Neta [MW] | Barra de inyección |
|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Las Perdices | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Talca066 |
| Pilar Los Amarillos | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | DAlmagro110 |
| Cumbres | Hidráulica | 01-08-2019 | 14.9 | Rahue220 |
| Las Codornices | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Parral154 |
| Solar Cintac | Solar | 01-08-2019 | 2.5 | Chena110 |
| Aconcagua | Térmica | 01-08-2019 | 40.6 | Torquemada110 |
| Sarco | Eólica | 01-08-2019 | 168.8 | Maitencil220 |
| Hidropalmar | Hidráulica | 01-08-2019 | 13.0 | Rahue220 |
| El Manzano | Solar | 01-08-2019 | 2.4 | Graneros066 |
| Teno Gas50 GNL | Térmica | 01-08-2019 | 46.6 | Teno154 |
| Teno Gas50 GLP | Térmica | 01-08-2019 | 40.0 | Teno154 |
| Cabildo | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Polpaico220 |
| Solar Esperanza 2 | Solar | 01-08-2019 | 9.0 | Rapel220 |
| San Gabriel | Eólica | 01-08-2019 | 183.0 | Mulchen220 |
| Lo Sierra | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | AMelipill220 |
| RLA | Solar | 01-08-2019 | 2.7 | AMelipill220 |
| La Flor | Eólica | 01-08-2019 | 32.4 | Concepcio154 |
| El Maitén | Eólica | 01-08-2019 | 9.0 | Chillan154 |
| El Brinco | Hidráulica | 01-08-2019 | 0.2 | Mulchen220 |
| Solar Ariztía | Solar | 01-08-2019 | 2.8 | Nogales220 |
| Solar Calle Larga | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Polpaico220 |
| Solar Vituco 2B | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Malloa154 |
| Solar Población | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Rapel220 |
| Eólica El Arbol | Eólica | 01-08-2019 | 9.0 | Horcones066 |
| Los Guindos TG2 | Térmica | 01-08-2019 | 131.9 | Charrua220 |
| Bifurcada | Hidráulica | 01-08-2019 | 0.2 | Mulchen220 |

| Central | Tipo de central | Puesta en servicio | Potencia Neta [MW] | Barra de inyección |
|----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Solar Laurel | Solar | 01-08-2019 | 7.5 | AMelipill220 |
| Solar Crucero | Solar | 01-08-2019 | 2.8 | Rapel220 |
| Solar Ranguil | Solar | 01-08-2019 | 2.8 | Itahue154 |
| Eólica El Nogal | Eólica | 01-08-2019 | 9.0 | Mulchen220 |
| Cipresillos | Hidráulica | 01-08-2019 | 9.0 | Sauzal110_BP2 |
| Solar Santa Clara | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Ovalle066 |
| Solar Lipangue | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Renca110 |
| Solar Cruz I | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | LVegas110 |
| Eólica Lebu II | Eólica | 01-08-2019 | 3.5 | Horcones066 |
| Solar Canesa 1 | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Punitaqui066 |
| Solar Santa Adriana | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | AMelipill220 |
| Solar Los Perales 1 | Solar | 01-08-2019 | 2.0 | Quillota220 |
| Solar San Isidro | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Graneros066 |
| Solar Tricahue | Solar | 01-08-2019 | 9.0 | Graneros066 |
| Solar Maiten | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Parral154 |
| Solar Marchigue 7 | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Rapel220 |
| Solar Talca | Solar | 01-08-2019 | 9.0 | Itahue154 |
| Solar Placilla | Solar | 01-08-2019 | 9.0 | ASanta110 |
| Solar Paraguay | Solar | 01-08-2019 | 9.0 | Itahue154 |
| Solar Las Lechuzas | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Chillan154 |
| Solar La Manga | Solar | 01-08-2019 | 2.9 | Chillan154 |
| Solar Lo Miranda | Solar | 01-08-2019 | 6.0 | Rancagua154 |
| Solar Pedreros | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | ASanta220 |
| Solar Kaufmann | Solar | 01-08-2019 | 1.0 | Batuco110 |
| Solar Villa Seca | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Linares154 |
| Solar Berilio | Solar | 01-08-2019 | 3.0 | Polpaico220 |
| Solar Don Mariano | Solar | 01-08-2019 | 2.8 | SFernando154 |
| El Pinar | Hidráulica | 01-09-2019 | 11.4 | Cholguan066 |
| Solar UTFSM Vitacura | Solar | 01-09-2019 | 0.1 | Almendros110 |
| Solar Villa Cruz | Solar | 01-09-2019 | 3.0 | SJavier066 |
| Solar Acacia 1 | Solar | 01-09-2019 | 2.8 | SVicente154 |
| Solar Tucuguere | Solar | 01-09-2019 | 3.0 | ASanta220 |
| Solar Citrino | Solar | 01-09-2019 | 2.8 | Chena110 |
| Las Nieves | Hidráulica | 01-10-2019 | 6.5 | Cautin220 |
| C.S. Cerro Dominador | Solar | 01-10-2019 | 110.0 | Encuentro220 |
| Solar Jaururo | Solar | 01-10-2019 | 3.0 | LVilos220 |
| Solar Rinconada | Solar | 01-10-2019 | 8.0 | SVicente154 |
| Solar Las Chacras | Solar | 01-10-2019 | 3.0 | Rapel220 |
| Combarbalá | Térmica | 01-11-2019 | 71.4 | Ovalle066 |
| Pajonales | Térmica | 01-11-2019 | 95.2 | Donhector220 |
| Prime Los Cóndores | Térmica | 01-11-2019 | 90.9 | LVilos220 |
| Solar Granja | Solar | 01-11-2019 | 105.0 | Lagunas220 |
| Solar Los Perales 2 | Solar | 01-12-2019 | 1.0 | Quillota220 |
| Solar Almeyda | Solar | 01-01-2020 | 52.0 | DAlmagro110 |
| Digua | Hidráulica | 01-01-2020 | 20.0 | Ancoa220 |
| Solar Darlin | Solar | 01-01-2020 | 9.0 | Paine154 |
| Solar Pepa 1 | Solar | 31-01-2020 | 9.0 | Miraflore110 |
| San Javier Etapa I | Térmica | 01-03-2020 | 23.8 | Constituci066 |

| Central | Tipo de central | Puesta en servicio | Potencia Neta [MW] | Barra de inyección |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Solar Andes IIA | Solar | 01-03-2020 | 80.0 | Andes220 |
| San Javier Etapa II | Térmica | 01-05-2020 | 23.8 | Constituci066 |
| Llanos Blancos | Térmica | 01-05-2020 | 150.0 | PAzucar220 |
| Solar Atacama 2 | Solar | 01-05-2020 | 150.0 | Lagunas220 |
| Maitencillo | Térmica | 01-06-2020 | 60.6 | Maitencil220 |
| Hidromochó | Hidráulica | 01-06-2020 | 15.0 | Rahue220 |
| Doñihue | Solar | 01-07-2020 | 7.5 | Rancagua066 |
| Eólica Tolpan Sur | Eólica | 01-07-2020 | 84.0 | Mulchen220 |
| Eólica Cabo Leones 2 | Eólica | 01-08-2020 | 204.0 | Maitencil220 |
| Solar Cardones | Solar | 01-09-2020 | 35.0 | Maitencil110 |
| Solar Santa Isabel I | Solar | 01-11-2020 | 70.0 | Lagunas220 |
| Las Lajas | Hidráulica | 01-01-2021 | 267.0 | Florida110 |
| Los Cóndores | Hidráulica | 01-01-2021 | 150.0 | Ancoa220 |
| Alfalfal 2 | Hidráulica | 01-01-2021 | 264.0 | Almendros220 |
| Trupan | Hidráulica | 01-01-2021 | 20.0 | Charrua154 |
| Eólica Cabo Leones 3 | Eólica | 01-02-2021 | 78.1 | Maitencil220 |
| Ñuble | Hidráulica | 01-04-2021 | 136.0 | Ancoa220 |
| Solar UTFSM San Joaquín | Solar | 01-04-2021 | 0.1 | Ochagavia110 |
| Solar UTFSM Viña Del Mar | Solar | 01-04-2021 | 0.5 | Miraflore110 |
| Solar UTFSM Valparaíso Valdés | Solar | 01-04-2021 | 0.1 | Miraflore110 |
| Solar UTFSM Valparaíso | Solar | 01-04-2021 | 0.1 | Miraflore110 |
| San Pedro | Hidráulica | 01-04-2024 | 170.0 | Ciruelos220 |
| TOTAL | | | 3451 | |

Tabla 4.- Fechas de puesta en servicio de centrales.

j) Además considera las fechas de puesta en servicio de las siguientes instalaciones.

| Instalación | Puesta en servicio | Potencia Nominal (MVA) |
|---|--------------------|------------------------|
| Seccionamiento segundo circuito línea Polpaico - Alto Jahuel 2x500kV en SE Lo Aguirre 500kV | 01-08-2019 | 1400 |
| Nueva Línea SE Los Changos - Kimal 2x500kV | 16-09-2019 | 1500 |

Tabla 5.- Fechas de puesta en servicio de instalaciones de transmisión.

3 RESULTADOS

a) Generación mensual por tipo de aporte.

Los siguientes gráficos muestran la generación mensual (en GWh) de las centrales del SEN agrupadas de acuerdo al tipo de aporte (centrales hidroeléctricas, eólicas, solares y térmicas).

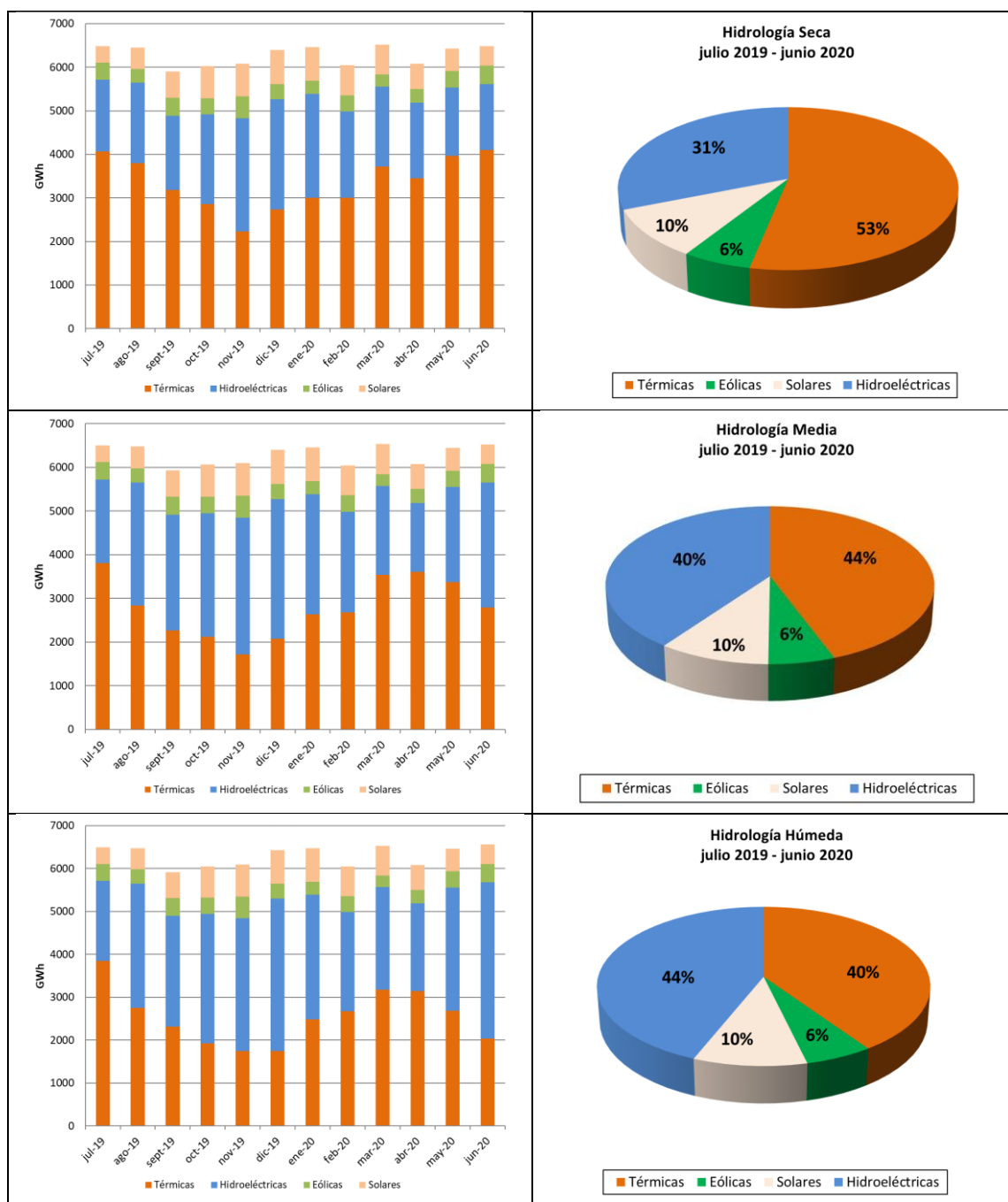


Figura 1.- Generación mensual y participación por hidrología.

b) Trayectoria de cotas finales mensuales.

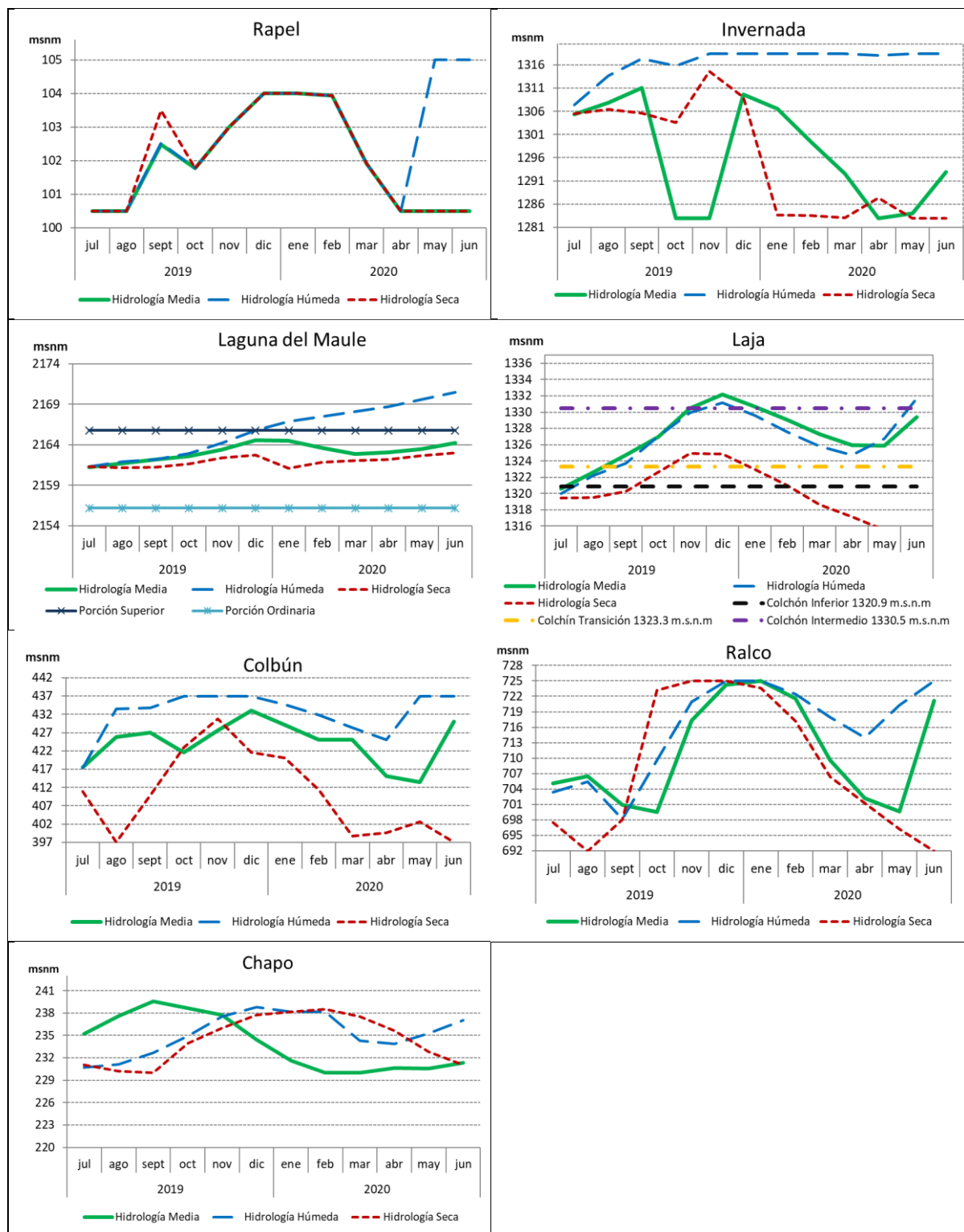


Figura 2.- Trayectoria de cotas Embalses del SEN.

c) Energía embalsada total en el SEN.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la energía total embalsada en el SEN para el período comprendido entre julio 2019 – junio 2020. Se consideran los tres escenarios hidrológicos mencionados en los antecedentes, que representan los casos de hidrología seca, media y húmeda.

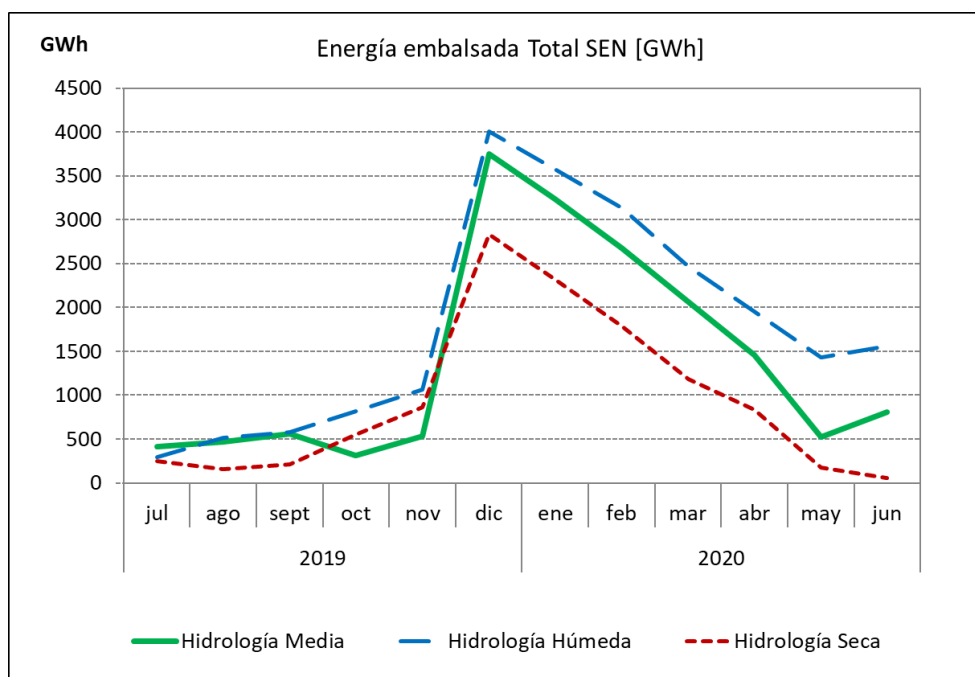
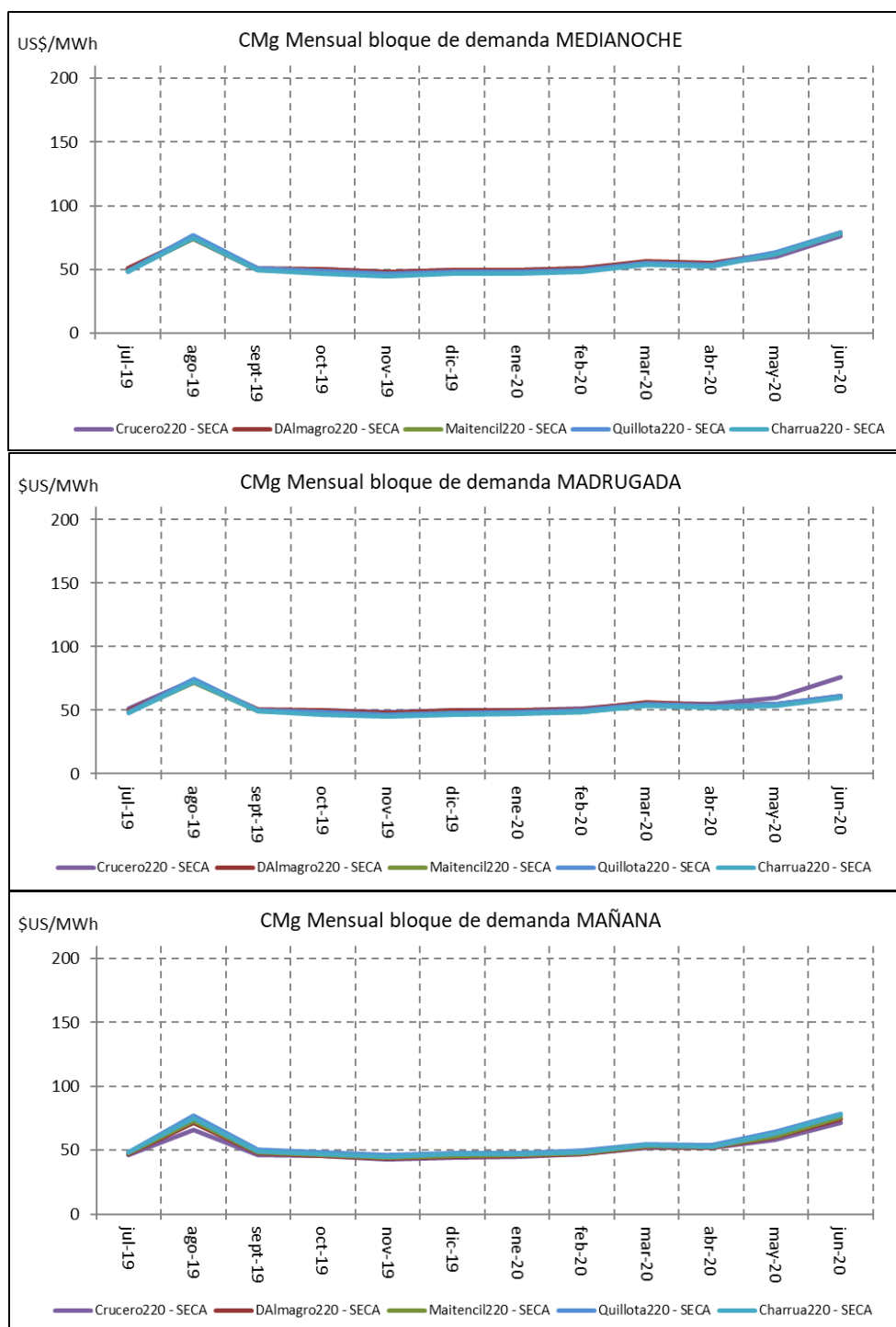


Figura 3.- Energía total embalsada en el SEN.

d) Costo marginal mensual por bloques.

Los siguientes gráficos muestran los costos marginales por bloque en las barras Quillota 220 kV, Maitencillo 220kV, Diego de Almagro 220kV y Charrúa 220kV, para condiciones hidrológicas seca, media y húmeda respectivamente, hasta junio de 2020.



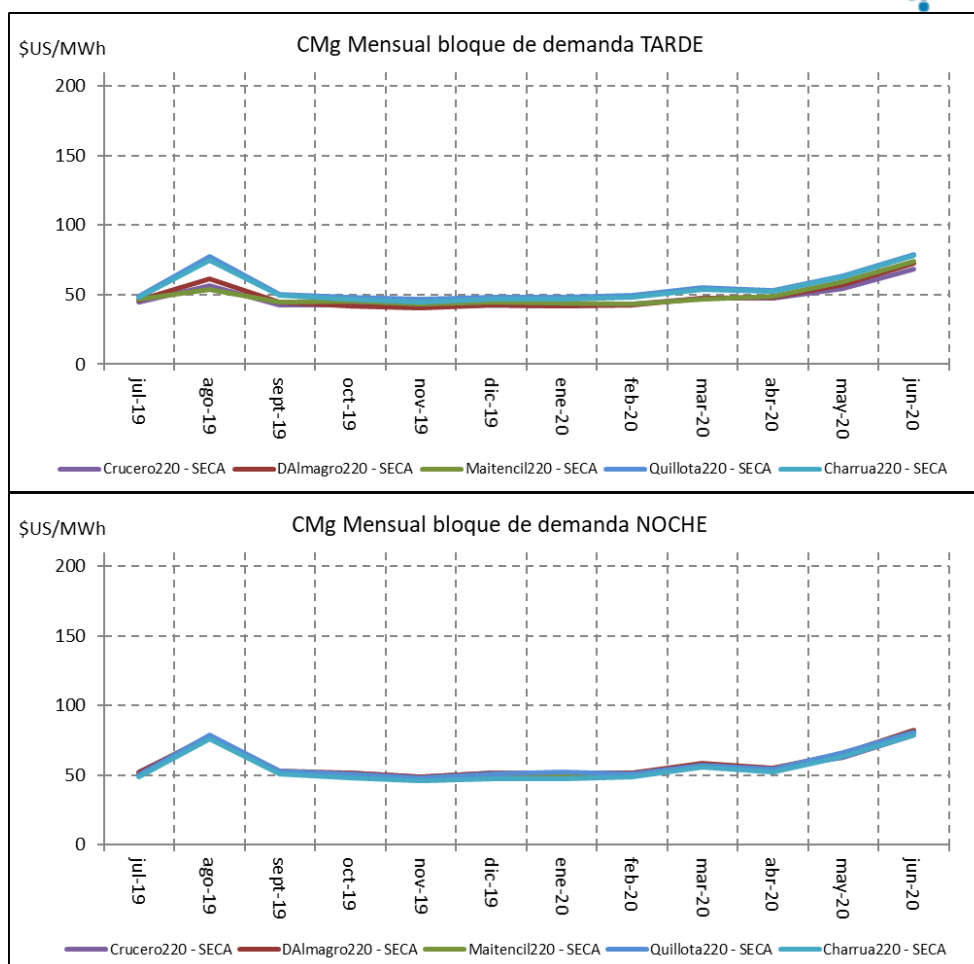
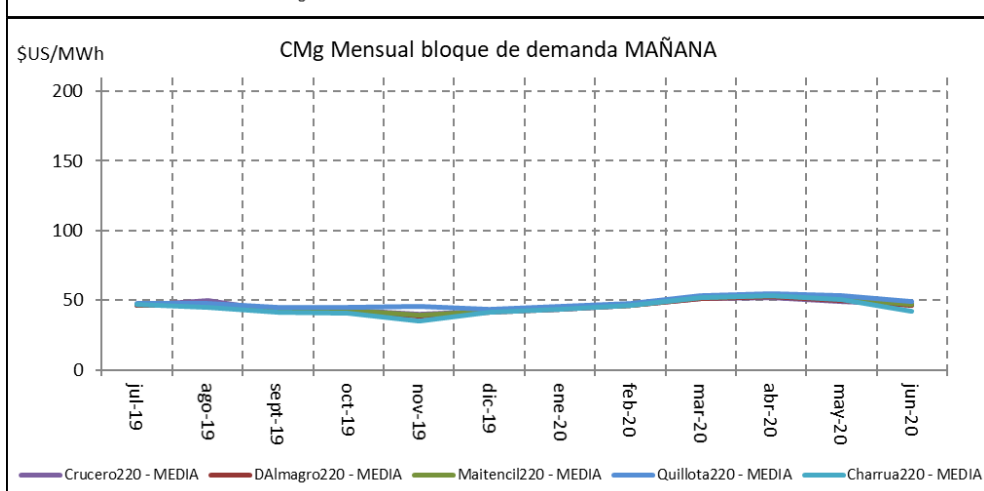
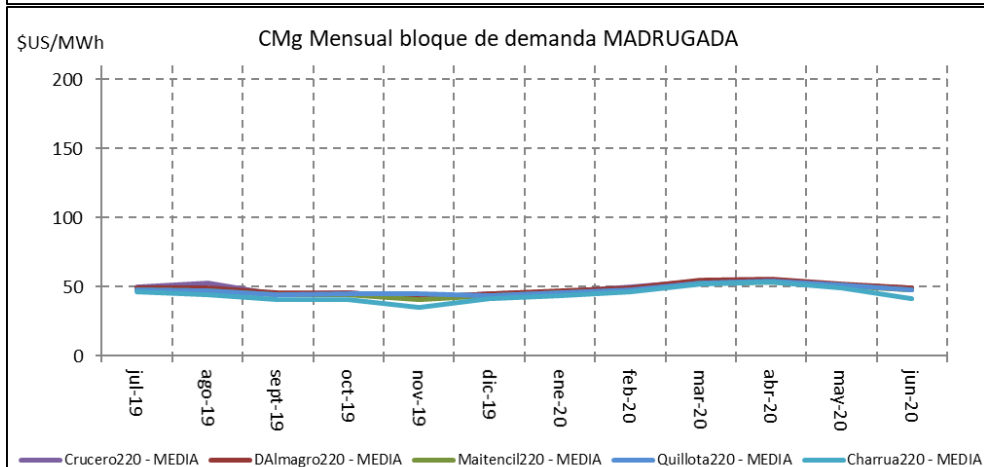
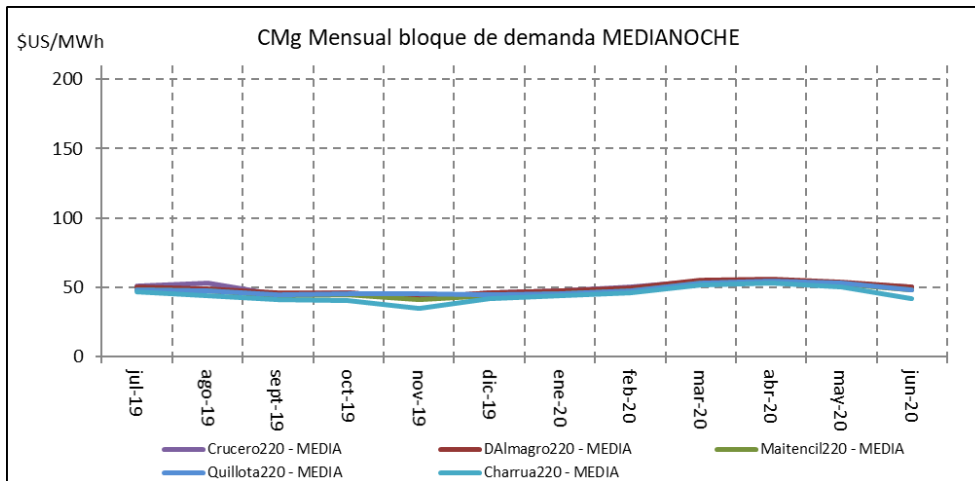


Figura 4.- Costo marginal en hidrología seca.



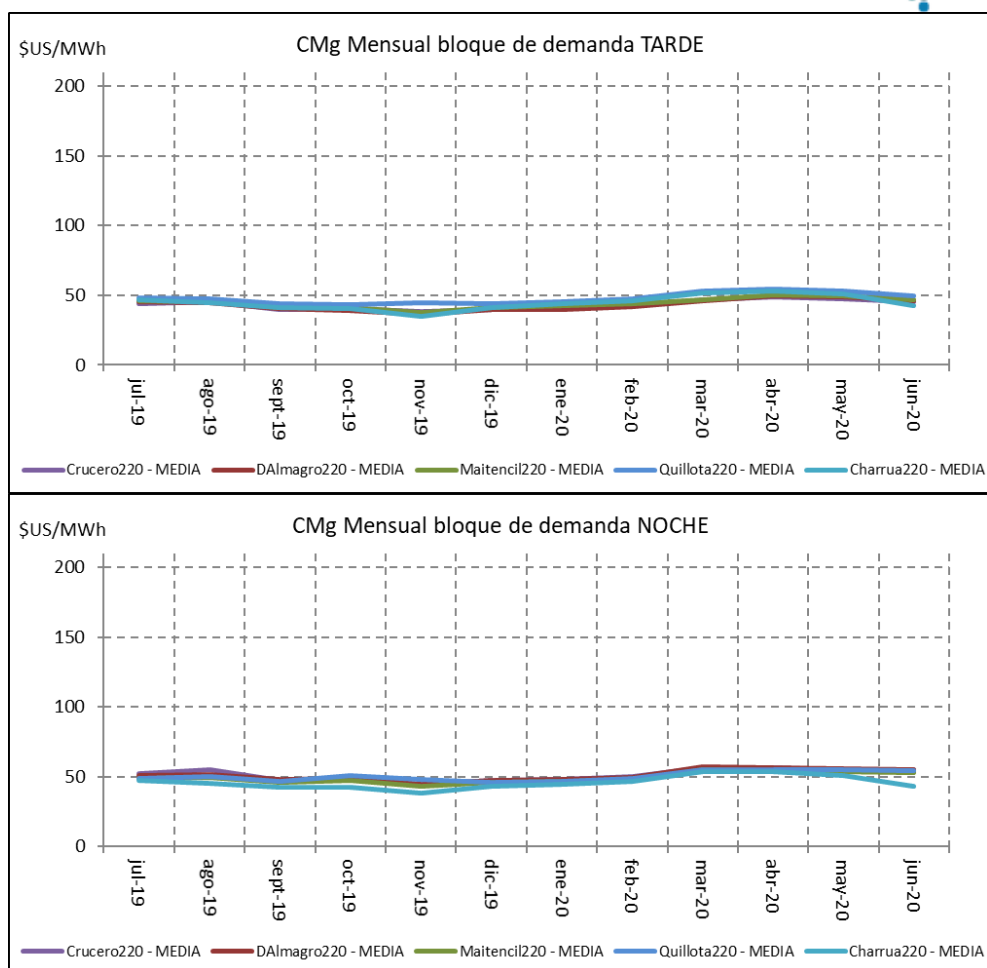
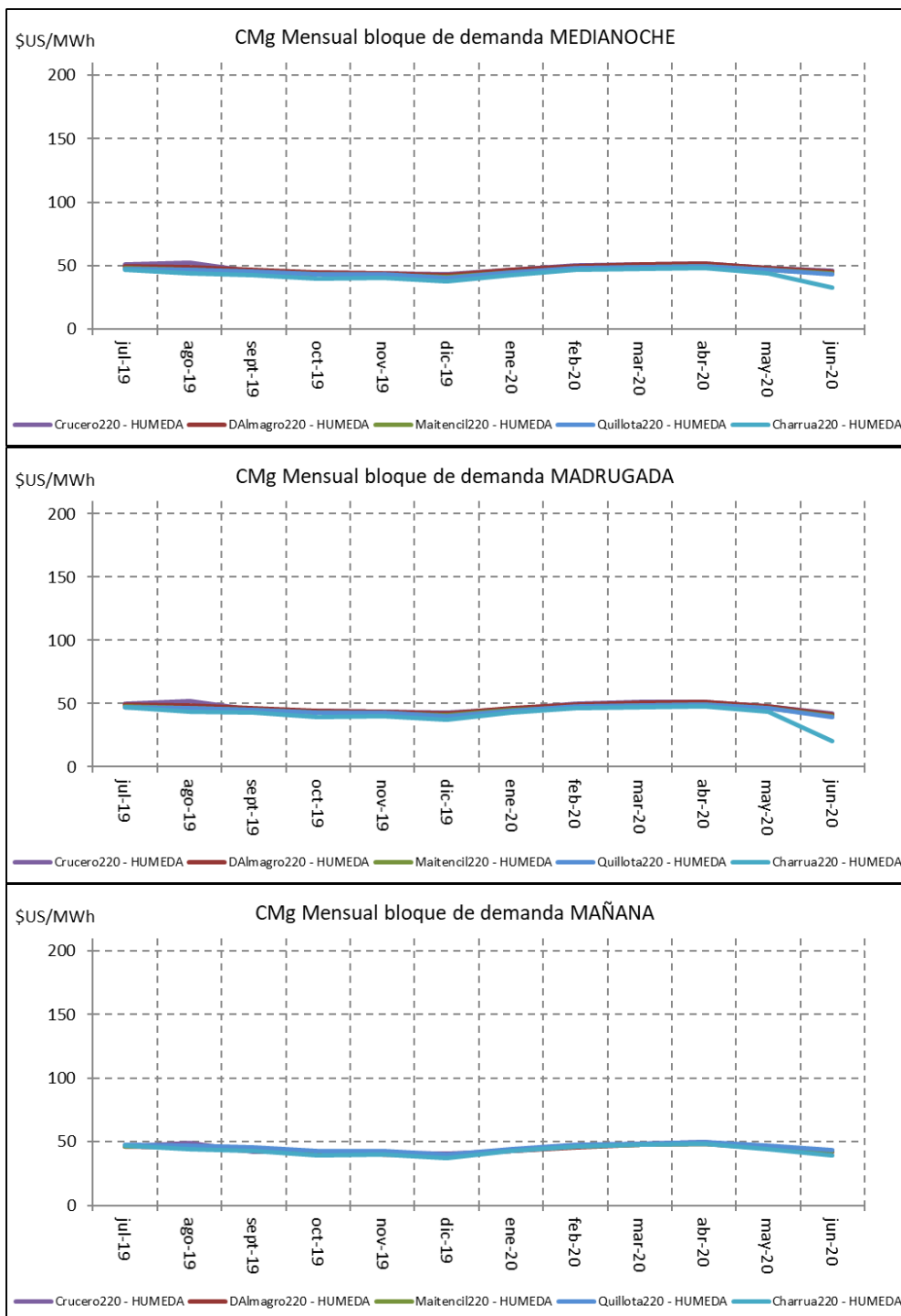


Figura 5.- Costo marginal en hidrología media.



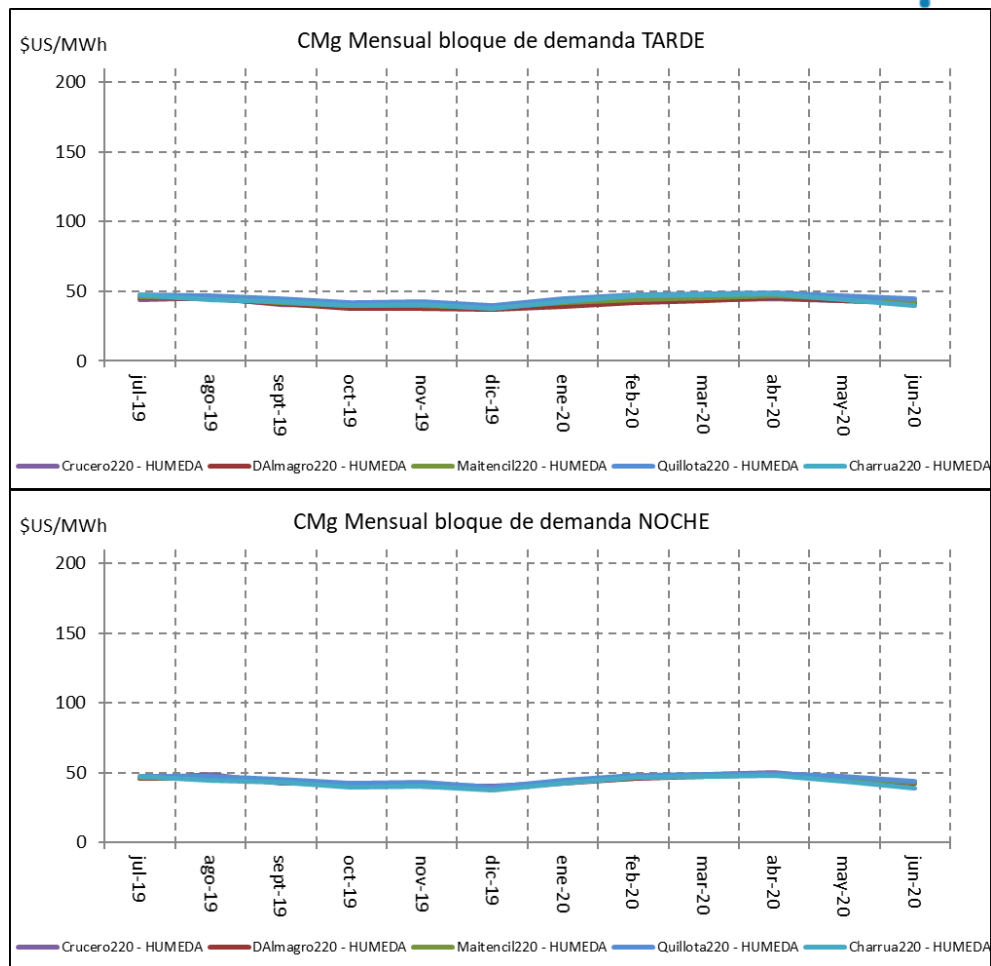
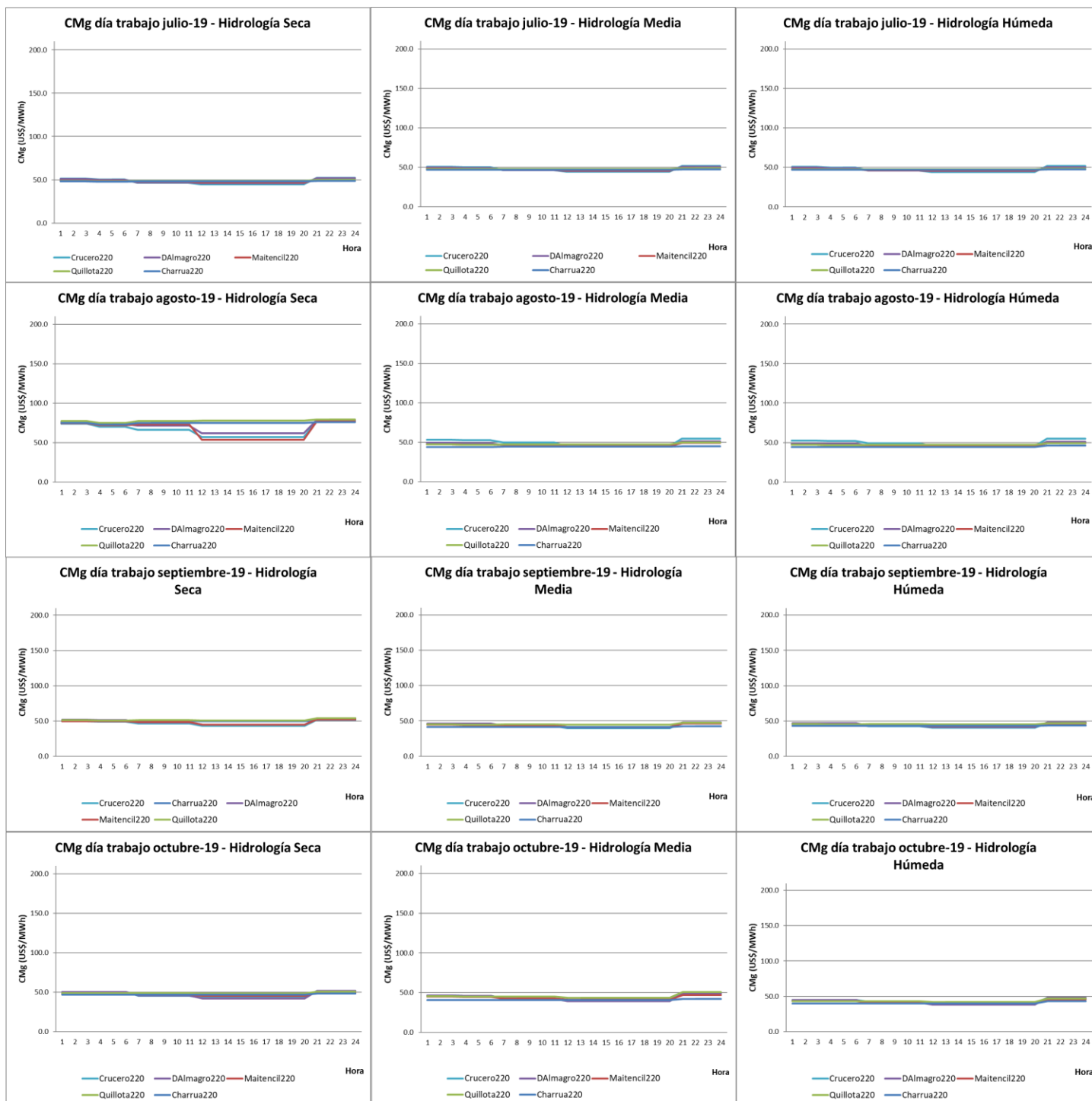
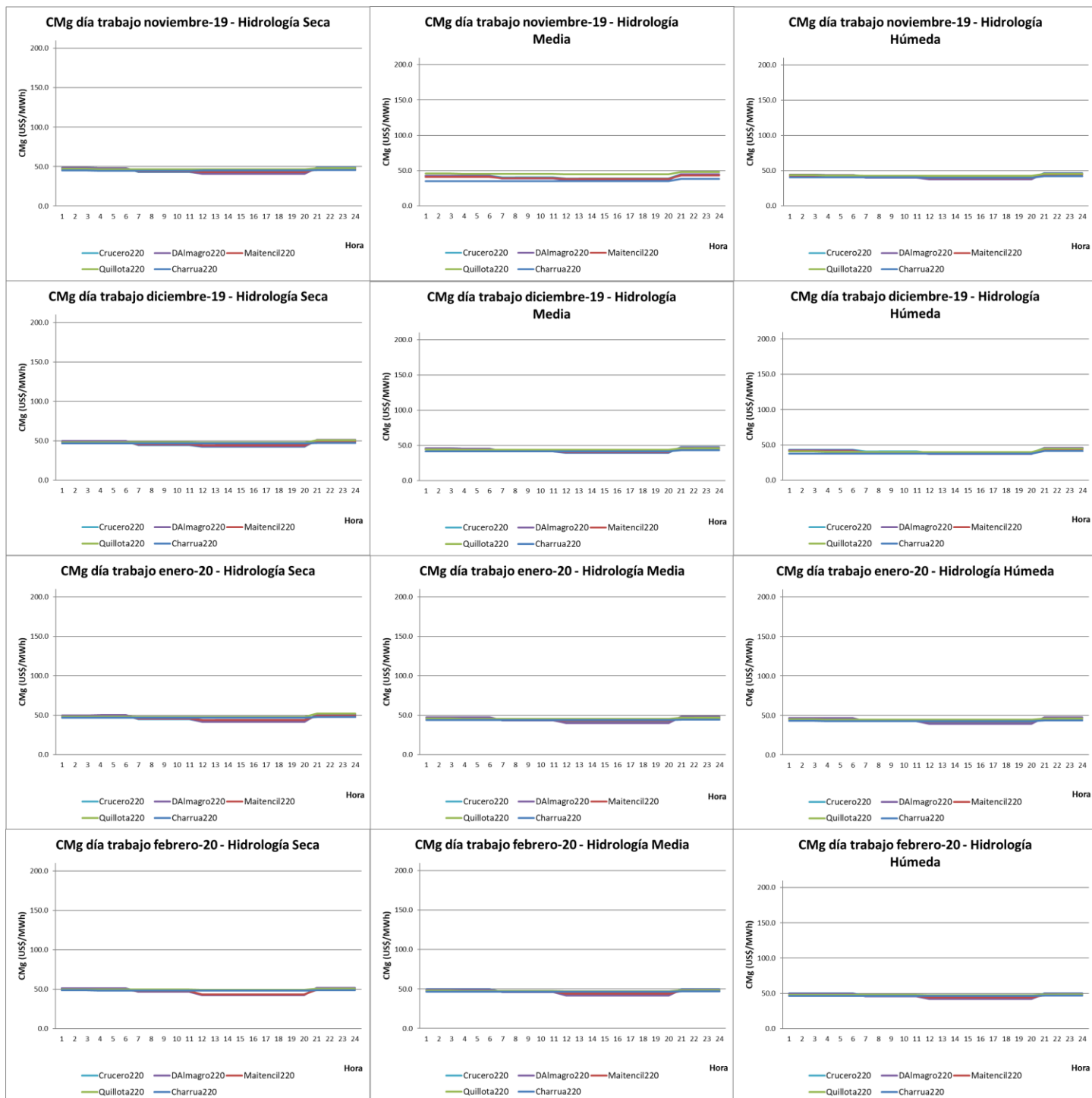


Figura 6.- Costo marginal en hidrología húmeda.

e) Costos marginales proyectados para día tipo trabajo.

Se han incluido los gráficos de costos marginales proyectados para días tipo trabajo, para las tres condiciones hidrológicas estudiadas, hasta junio de 2020.





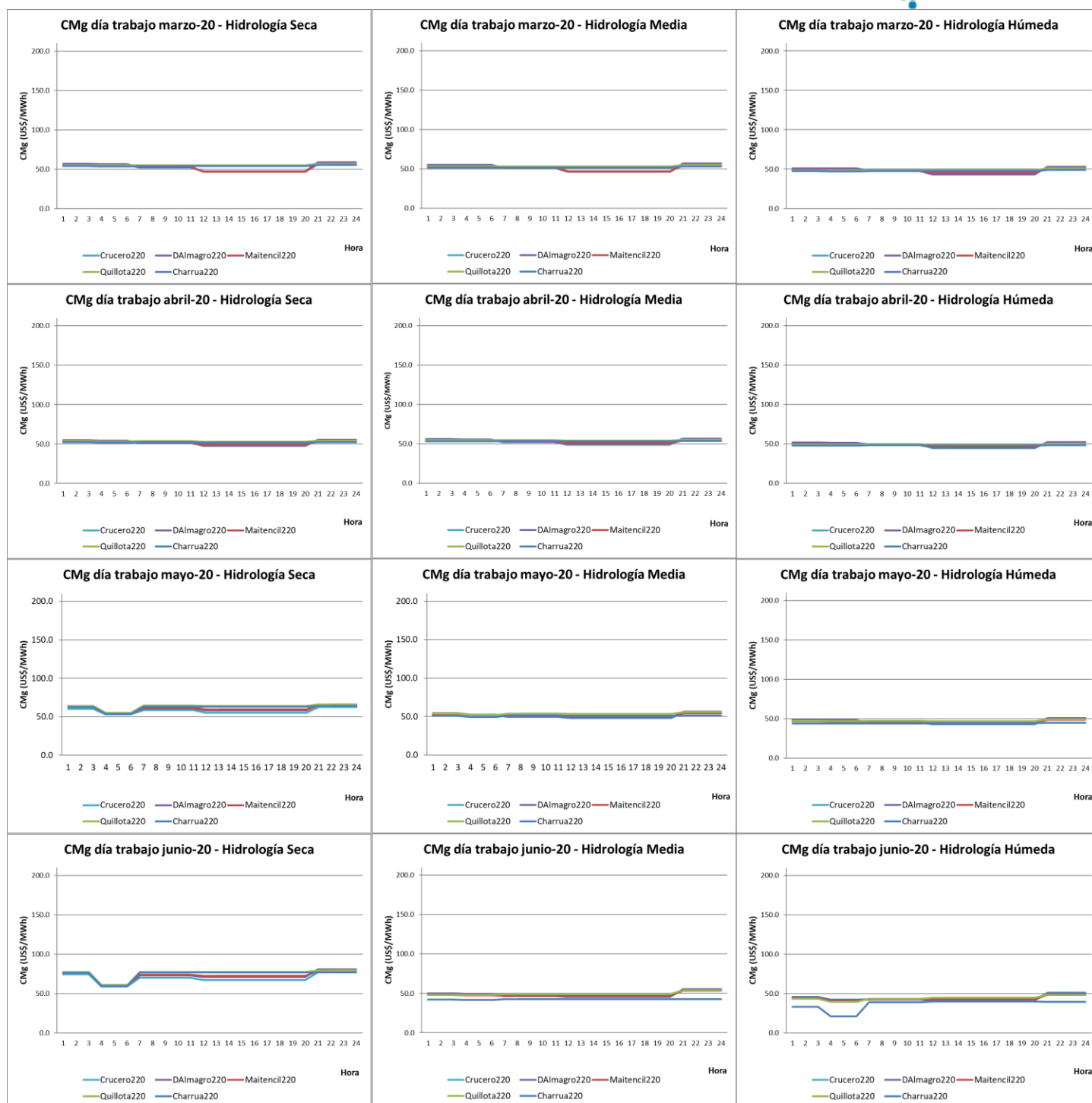


Figura 7.- Costos marginales proyectados para días tipo trabajo, hasta junio de 2020.

4 COMENTARIOS FINALES

Respecto al suministro por tipo de tecnología, se obtiene que para la hidrología seca (90% de probabilidad de excedencia) las centrales termoeléctricas abastecerían un 53% de los consumos en el período de 12 meses, en tanto que en la condición húmeda (20% de probabilidad de excedencia) el aporte de las centrales térmicas sería de 40%.

En cuanto a la energía embalsada al final del período de 12 meses, en el caso de hidrología seca se obtiene un monto de aproximadamente 50 GWh, cuya utilización dependerá de las restricciones de riego que existan. Asimismo, para hidrología húmeda la energía embalsada estaría en torno a un valor de 1500 GWh al final de los 12 meses estudiados.

En relación a los costos marginales, se visualizan valores cercanos a 75 US\$/MWh durante agosto para un escenario de hidrología seca, considerando la baja disponibilidad del recurso hídrico y de centrales térmicas de base.

Finalmente, los resultados del estudio muestran que no existen problemas de abastecimiento en el sistema para las tres condiciones hidrológicas analizadas.