



# INFORME DE PREDICCIÓN DE EVOLUCIÓN COVID

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Autor:                | Dr. Egidio Céspedes. |
| Fecha Informe:        | 19 de Abril de 2022  |
| Fecha Corte de Datos: | 19 de Abril de 2022  |

Desde el inicio de la pandemia de COVID-19, el Ministerio de Salud encomendó a las distintas Seremis regionales la misión de testear y realizar seguimiento a la mayor cantidad de casos y contactos estrechos posibles. Es así como se implementó la Estrategia de Testeo y Trazabilidad o TTA, la cual, junto a distintas medidas por parte del gobierno, como la campaña de vacunación, ha permitido reducir enormemente los niveles de ocupación de camas UCI y los niveles de fallecimientos por Covid. En consecuencia con lo anterior, el siguiente informe tiene por objetivo señalar los métodos y resultados obtenidos sobre predicciones respecto a la evolución de los niveles de casos nuevos registrados de Covid-19 de manera de tener nociones respecto al futuro y poder tomar decisiones que permitan mantener y aumentar la tasa de éxito de las distintas medidas aplicadas.

## Metodología.

Se utilizó una base de datos correspondiente a los casos diarios regionales informados por el Minsal desde el día 01 de Abril de 2020 hasta el día indicado en el recuadro de fecha de corte de datos al inicio del informe. Para el análisis, se tomaron como referencia las Regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Metropolitana y el Nivel Nacional. Para la construcción de resultados y proyecciones, se utilizaron Modelos de Suavizado Exponencial Multiplicativos, en sus formas Simples, Dobles y Triples. Se optó por dichos modelos debido a la aplicabilidad a los datos y su validación en la literatura, y en su forma multiplicativa dada la variación proporcional en el patrón estacional respecto al nivel de la serie de tiempo.

Respecto a los resultados, se obtuvieron las características operativas de los tres modelos utilizados, una tabla con las predicciones encontradas y un gráfico comparativo entre los modelos, para cada una de las regiones y el nivel nacional mencionados anteriormente.

## Resumen Datos Utilizados.

| Casos Nuevos | Antofagasta | Coquimbo | Valparaíso | Metropolitana | O'Higgins | Chile |
|--------------|-------------|----------|------------|---------------|-----------|-------|
| 10-04-2022   | 99          | 109      | 328        | 1261          | 131       | 3057  |
| 11-04-2022   | 56          | 61       | 196        | 1049          | 95        | 2209  |
| 12-04-2022   | 19          | 73       | 159        | 681           | 49        | 1478  |
| 13-04-2022   | 62          | 97       | 374        | 1180          | 127       | 2742  |
| 14-04-2022   | 48          | 130      | 367        | 1164          | 159       | 2937  |
| 15-04-2022   | 62          | 117      | 356        | 1226          | 135       | 2771  |
| 16-04-2022   | 41          | 88       | 295        | 1111          | 125       | 2516  |
| 17-04-2022   | 29          | 61       | 171        | 611           | 67        | 1424  |
| 18-04-2022   | 25          | 42       | 147        | 568           | 49        | 1172  |
| 19-04-2022   | 30          | 51       | 136        | 456           | 46        | 1102  |

Tabla 1: Diez últimas entradas de la base de datos utilizada correspondiente a los 10 días anteriores.

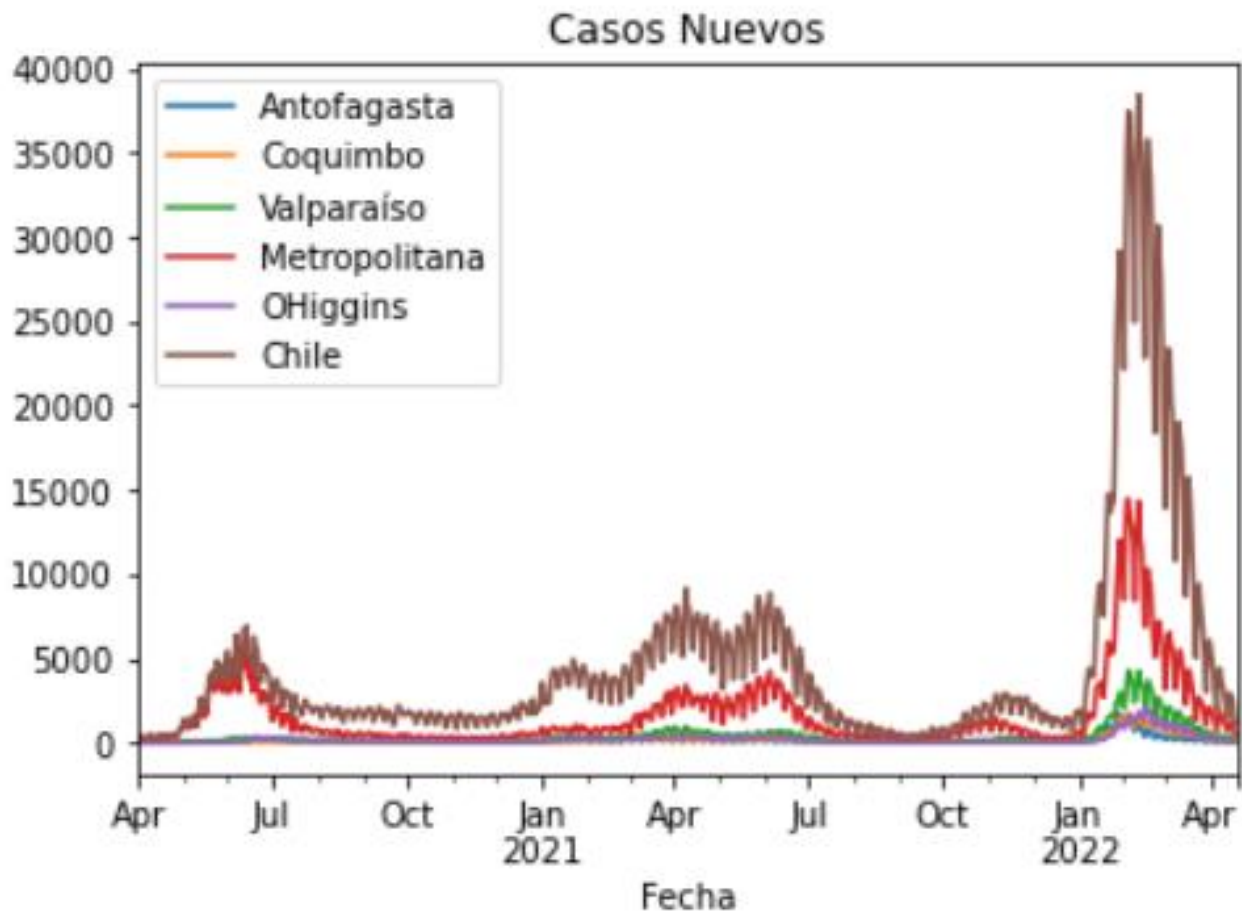
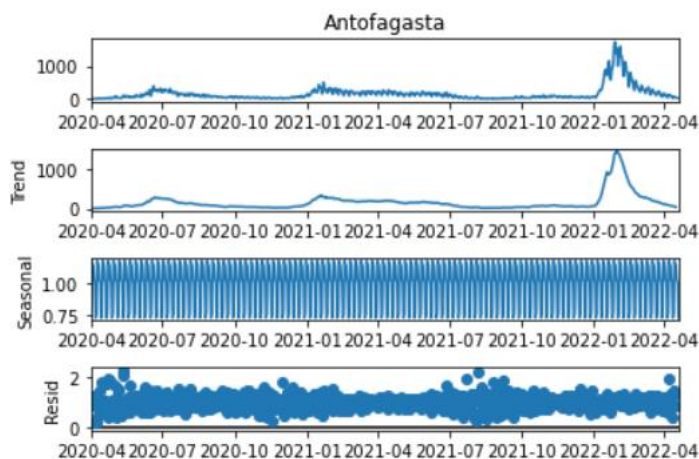


Gráfico 1: Gráfico de evolución de casos nuevos de Covid para las regiones y el nivel nacional estudiados.

## Resultados Región de Antofagasta



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.8519 | 0.8522 | 0.6747 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0001 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.1804 |

Tabla 2: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 2: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.



|            | SES        | SED        | SET          |
|------------|------------|------------|--------------|
| 20-04-2022 | 29 (0-164) | 29 (0-165) | 77 (0-198)   |
| 21-04-2022 | 29 (0-207) | 29 (0-207) | 171 (25-317) |
| 22-04-2022 | 29 (0-241) | 29 (0-241) | 215 (48-382) |
| 23-04-2022 | 29 (0-271) | 29 (0-271) | 195 (9-381)  |
| 24-04-2022 | 29 (0-297) | 29 (0-297) | 130 (0-333)  |
| 25-04-2022 | 29 (0-321) | 29 (0-321) | 76 (0-295)   |
| 26-04-2022 | 29 (0-343) | 29 (0-343) | 17 (0-251)   |
| 27-04-2022 | 29 (0-363) | 29 (0-364) | 78 (0-334)   |
| 28-04-2022 | 29 (0-383) | 29 (0-383) | 172 (0-440)  |
| 29-04-2022 | 29 (0-401) | 29 (0-402) | 216 (0-496)  |

Tabla 3: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

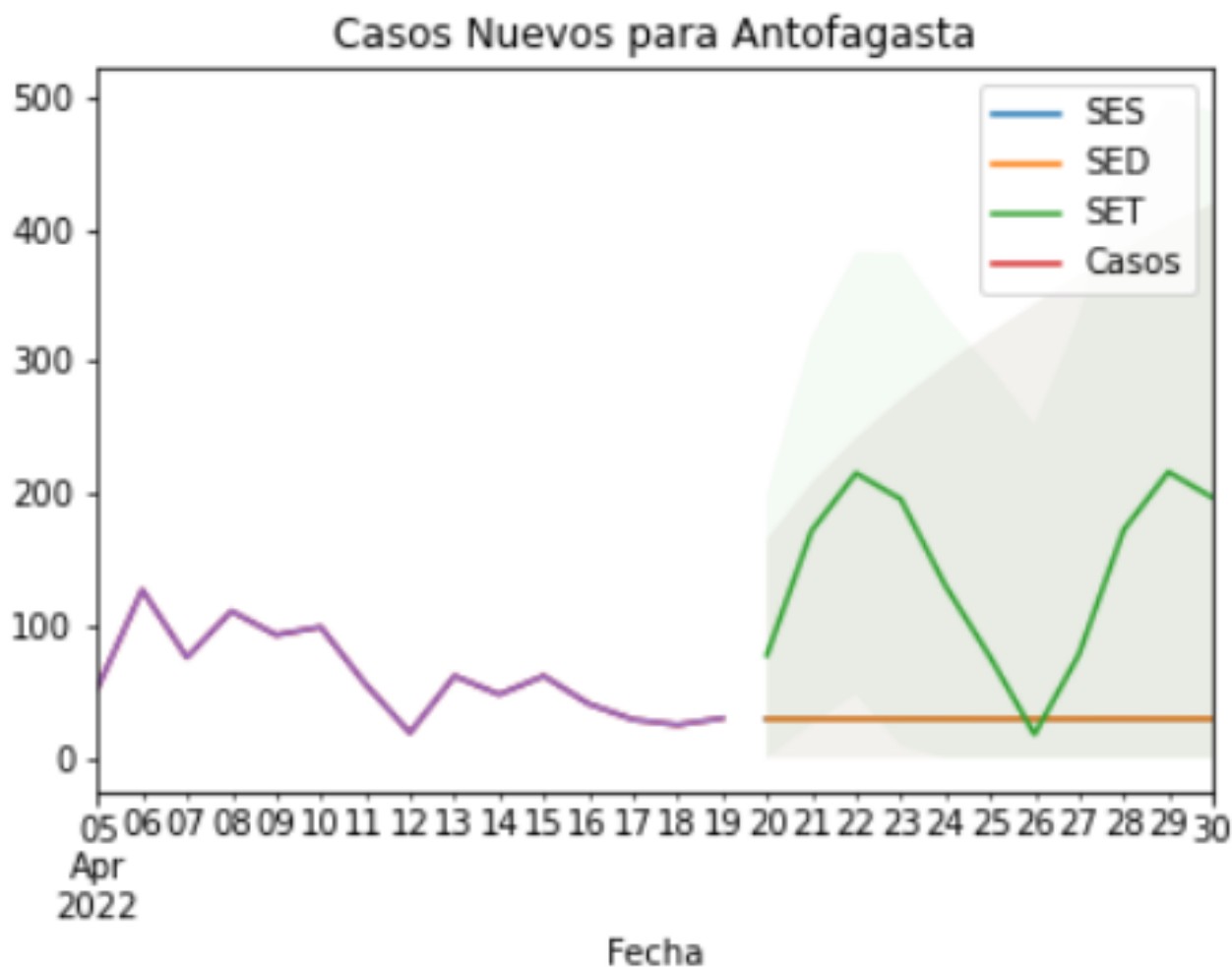
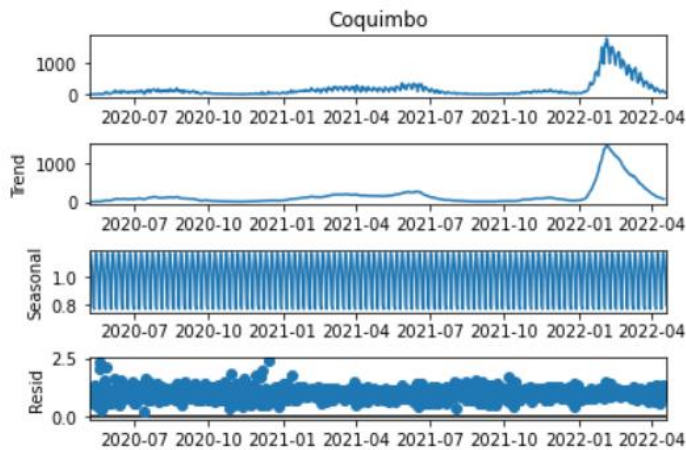


Gráfico 3: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.



## Resultados Región de Coquimbo



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.8612 | 0.8614 | 0.2626 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0784 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.4166 |

Tabla 4: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 4: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.

|            | SES        | SED        | SET        |
|------------|------------|------------|------------|
| 20-04-2022 | 50 (0-183) | 50 (0-183) | 44 (0-148) |
| 21-04-2022 | 50 (0-226) | 50 (0-226) | 97 (0-207) |
| 22-04-2022 | 50 (0-260) | 50 (0-261) | 82 (0-200) |
| 23-04-2022 | 50 (0-290) | 50 (0-290) | 83 (0-213) |
| 24-04-2022 | 50 (0-316) | 50 (0-316) | 64 (0-206) |
| 25-04-2022 | 50 (0-340) | 50 (0-340) | 20 (0-178) |
| 26-04-2022 | 50 (0-362) | 50 (0-362) | 10 (0-185) |
| 27-04-2022 | 50 (0-382) | 50 (0-383) | 23 (0-240) |
| 28-04-2022 | 50 (0-402) | 50 (0-402) | 76 (0-313) |
| 29-04-2022 | 50 (0-420) | 50 (0-421) | 61 (0-318) |

Tabla 5: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

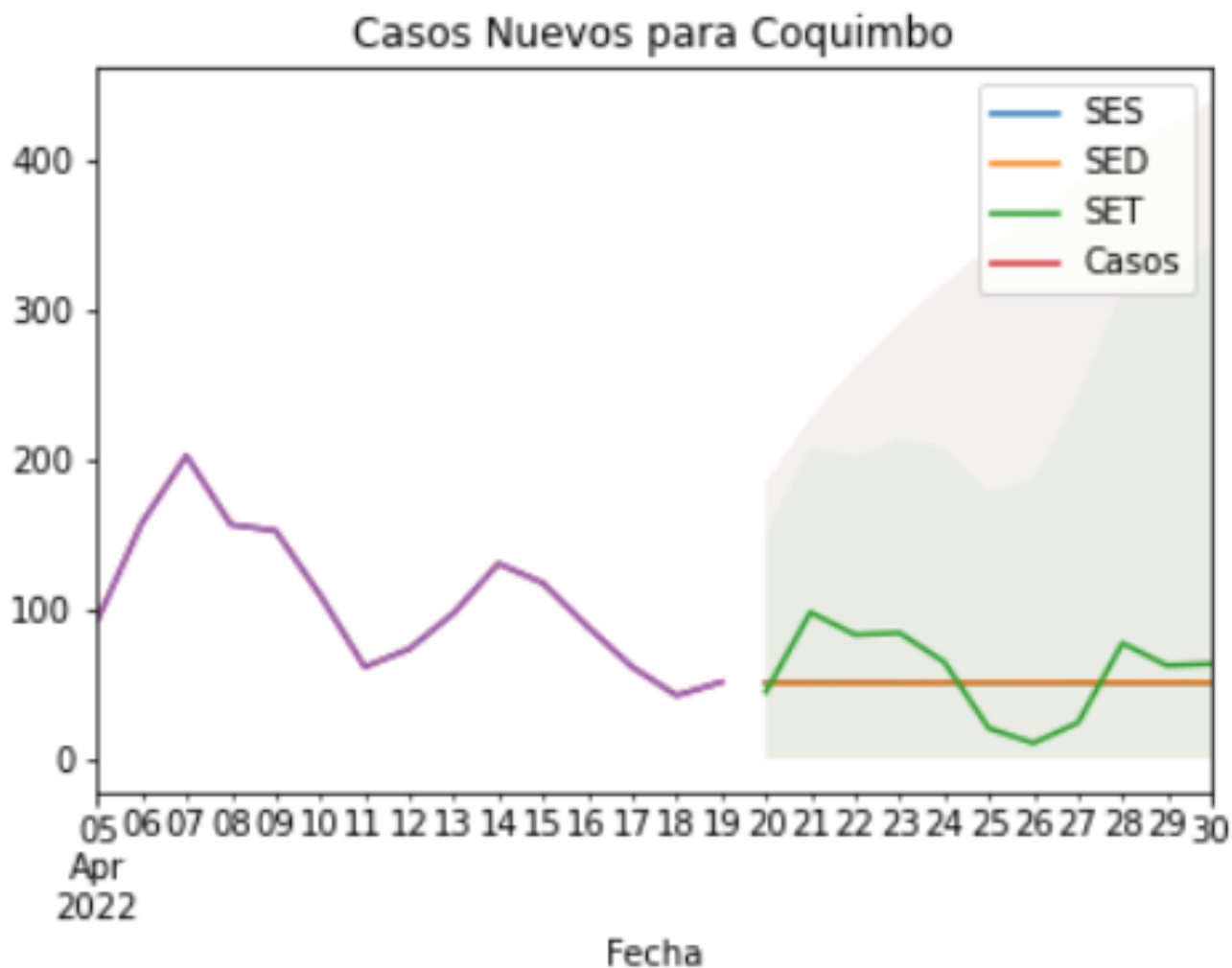
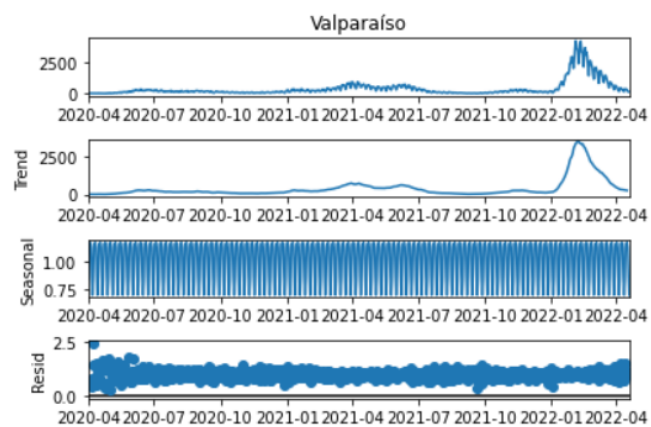


Gráfico 5: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.

## Resultados Región de Valparaíso.



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.9998 | 0.9999 | 0.3133 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0671 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.5475 |

Tabla 6: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 6: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.



|            | SES          | SED          | SET          |
|------------|--------------|--------------|--------------|
| 20-04-2022 | 136 (0-444)  | 136 (0-444)  | 276 (69-483) |
| 21-04-2022 | 136 (0-572)  | 136 (0-573)  | 287 (65-509) |
| 22-04-2022 | 136 (0-670)  | 136 (0-671)  | 283 (43-524) |
| 23-04-2022 | 136 (0-753)  | 136 (0-754)  | 221 (0-484)  |
| 24-04-2022 | 136 (0-826)  | 136 (0-827)  | 153 (0-442)  |
| 25-04-2022 | 136 (0-892)  | 136 (0-893)  | 105 (0-424)  |
| 26-04-2022 | 136 (0-953)  | 136 (0-954)  | 59 (0-411)   |
| 27-04-2022 | 136 (0-1009) | 136 (0-1010) | 214 (0-661)  |
| 28-04-2022 | 136 (0-1062) | 136 (0-1063) | 225 (0-705)  |
| 29-04-2022 | 136 (0-1112) | 137 (0-1114) | 221 (0-738)  |

Tabla 7: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

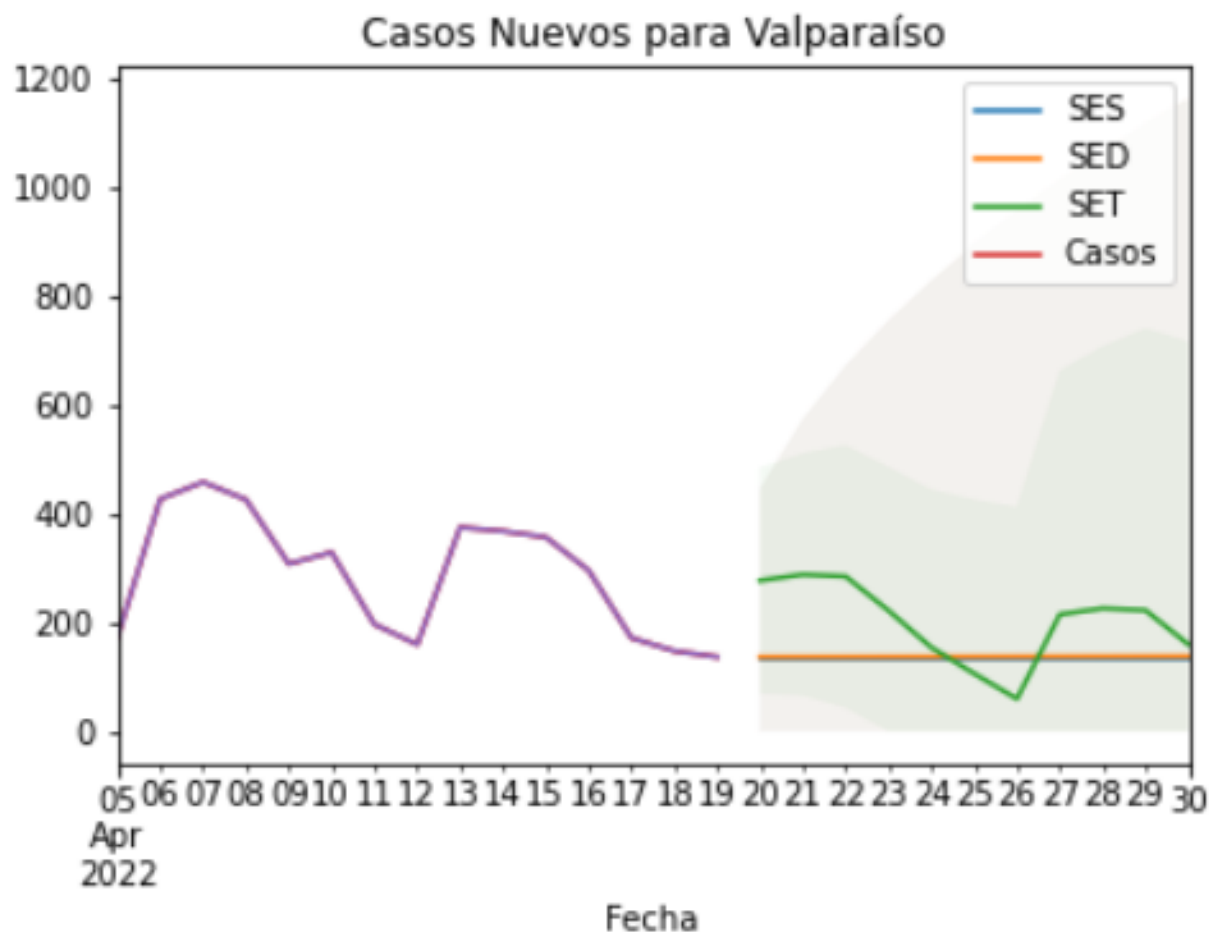
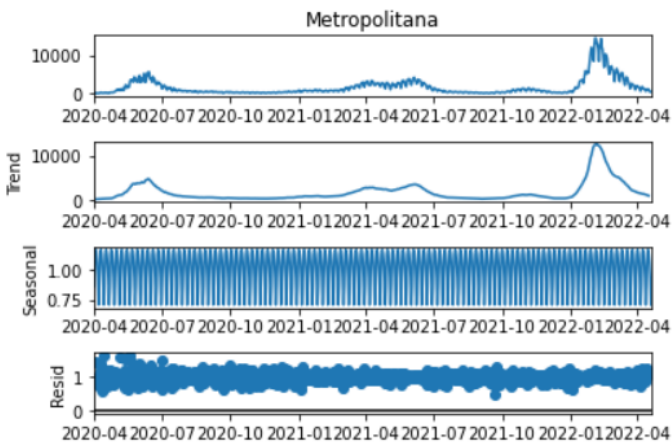


Gráfico 7: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.



## Resultados Región de Metropolitana.



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.9998 | 0.9999 | 0.9530 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0001 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.0470 |

Tabla 8: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 8: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.

|            | SES          | SED          | SET             |
|------------|--------------|--------------|-----------------|
| 20-04-2022 | 456 (0-1486) | 456 (0-1487) | 1543 (655-2432) |
| 21-04-2022 | 456 (0-1913) | 457 (0-1915) | 1856 (629-3084) |
| 22-04-2022 | 456 (0-2241) | 458 (0-2244) | 1712 (221-3203) |
| 23-04-2022 | 456 (0-2517) | 459 (0-2521) | 1401 (0-3116)   |
| 24-04-2022 | 456 (0-2760) | 459 (0-2765) | 1136 (0-3048)   |
| 25-04-2022 | 456 (0-2980) | 460 (0-2986) | 838 (0-2929)    |
| 26-04-2022 | 456 (0-3182) | 461 (0-3189) | 467 (0-2724)    |
| 27-04-2022 | 456 (0-3371) | 462 (0-3378) | 1555 (0-3980)   |
| 28-04-2022 | 456 (0-3548) | 463 (0-3556) | 1868 (0-4437)   |
| 29-04-2022 | 456 (0-3715) | 463 (0-3725) | 1723 (0-4429)   |

Tabla 9: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

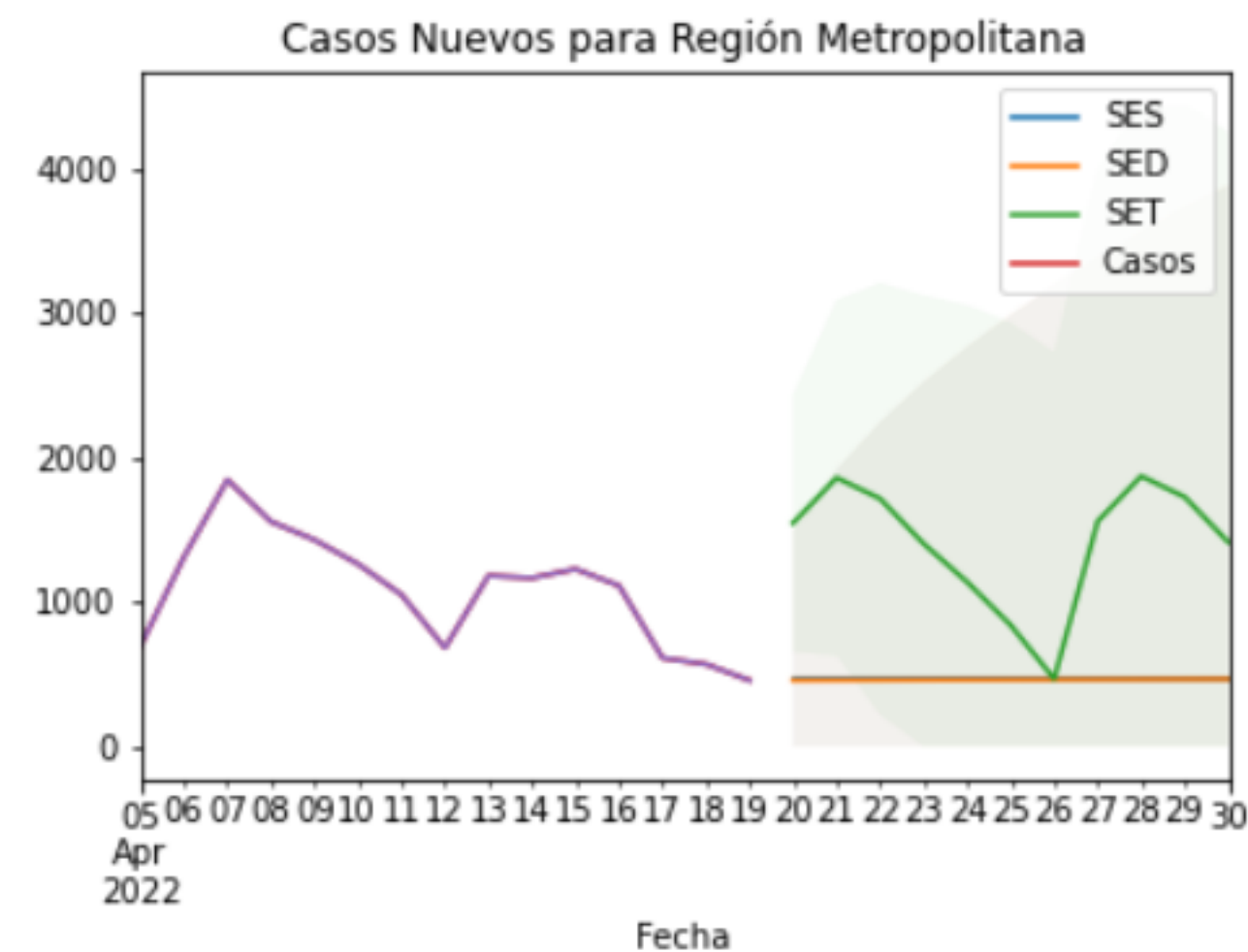
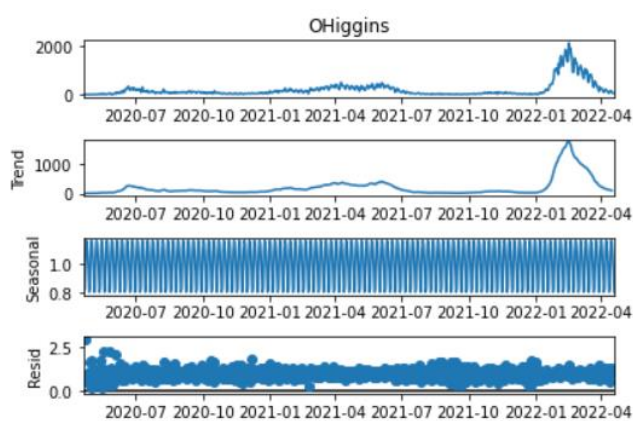


Gráfico 9: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.

Resultados Región de O’Higgins.



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.9478 | 0.9999 | 0.4635 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0001 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.4227 |

Tabla 10: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 10: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.





|            | SES        | SED        | SET         |
|------------|------------|------------|-------------|
| 20-04-2022 | 46 (0-196) | 46 (0-196) | 77 (0-207)  |
| 21-04-2022 | 46 (0-253) | 46 (0-258) | 131 (0-276) |
| 22-04-2022 | 46 (0-297) | 46 (0-306) | 143 (0-300) |
| 23-04-2022 | 46 (0-335) | 46 (0-347) | 158 (0-326) |
| 24-04-2022 | 46 (0-368) | 46 (0-382) | 136 (0-314) |
| 25-04-2022 | 46 (0-398) | 46 (0-414) | 95 (0-283)  |
| 26-04-2022 | 46 (0-426) | 46 (0-444) | 35 (0-233)  |
| 27-04-2022 | 46 (0-451) | 46 (0-471) | 78 (0-307)  |
| 28-04-2022 | 46 (0-476) | 46 (0-497) | 132 (0-370) |
| 29-04-2022 | 46 (0-499) | 46 (0-522) | 144 (0-389) |

Tabla 11: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

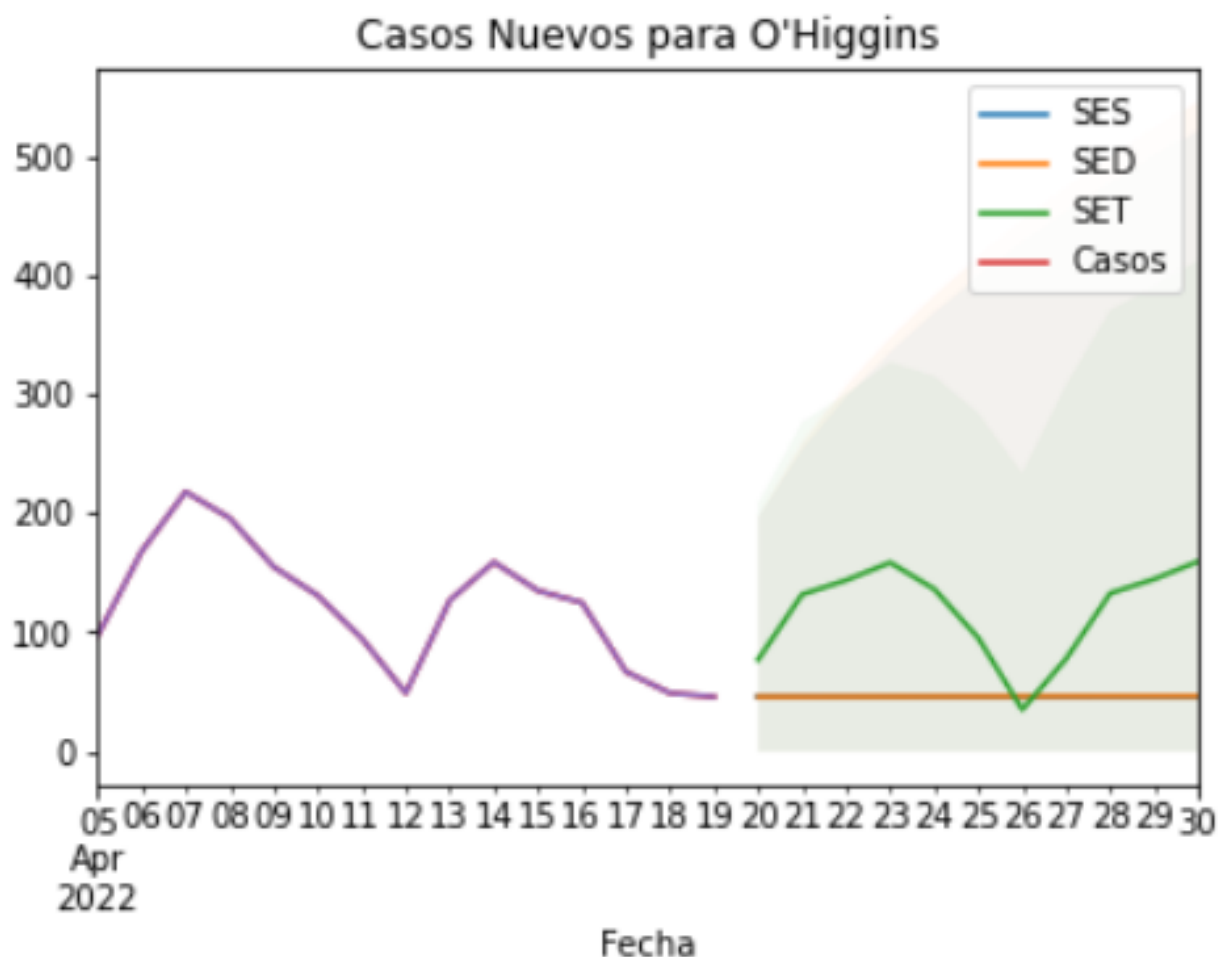
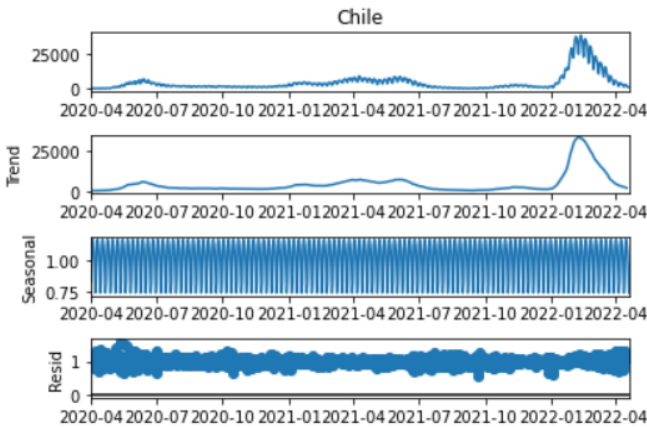


Gráfico 11: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.



Resultados a Nivel Nacional.



| Parámetros | SES    | SED    | SET    |
|------------|--------|--------|--------|
| $\alpha$   | 0.9999 | 0.9999 | 0.3382 |
| $\beta$    | -      | 0.0001 | 0.0873 |
| $\gamma$   | -      | -      | 0.6618 |

Tabla 12: Parámetros estimados en los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET).

Gráfico 12: Gráfico de descomposición estacional. Muestra el cambio en tendencia que acompaña al cambio de nivel para los datos.

|            | SES           | SED           | SET             |
|------------|---------------|---------------|-----------------|
| 20-04-2022 | 1102 (0-3655) | 1102 (0-3656) | 1634 (247-3021) |
| 21-04-2022 | 1102 (0-4712) | 1103 (0-4714) | 1964 (456-3471) |
| 22-04-2022 | 1102 (0-5523) | 1104 (0-5527) | 1814 (147-3481) |
| 23-04-2022 | 1102 (0-6207) | 1105 (0-6212) | 1571 (0-3434)   |
| 24-04-2022 | 1102 (0-6810) | 1106 (0-6816) | 809 (0-2902)    |
| 25-04-2022 | 1102 (0-7354) | 1107 (0-7362) | 612 (0-2964)    |
| 26-04-2022 | 1102 (0-7855) | 1108 (0-7865) | 281 (0-2920)    |
| 27-04-2022 | 1102 (0-8322) | 1109 (0-8332) | 814 (0-4272)    |
| 28-04-2022 | 1102 (0-8760) | 1110 (0-8772) | 1143 (0-4889)   |
| 29-04-2022 | 1102 (0-9174) | 1111 (0-9188) | 993 (0-5050)    |

Tabla 13: Valores predicciones de casos nuevos de los modelos de Suavizamiento Exponencial Simple (SES), Doble (SED) y Triple (SET) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%.

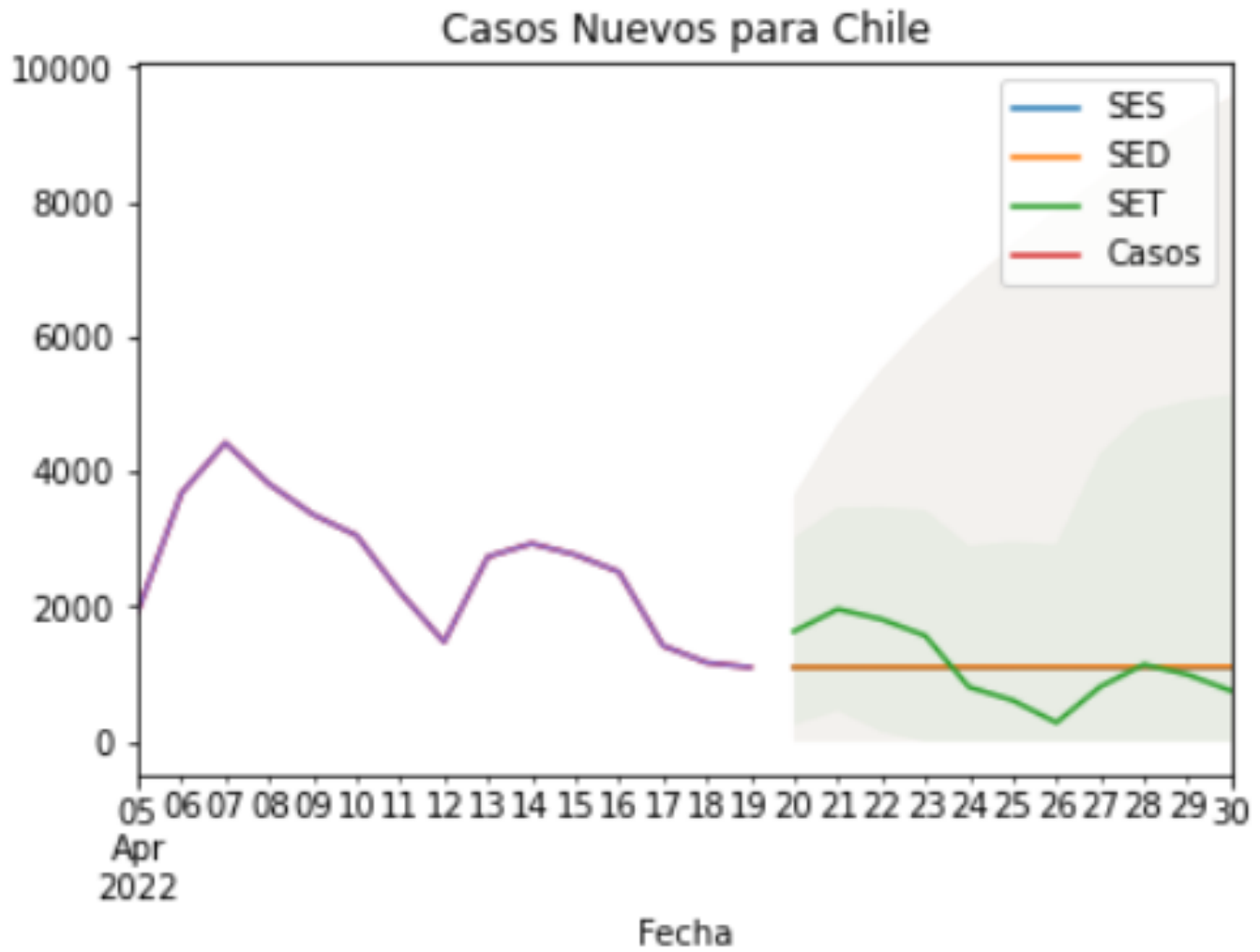


Gráfico 13: Gráfico de evolución de datos desde 05 de Abril de 2022 hasta fecha corte datos. Al final se agregan las predicciones de cada modelo.



## Conclusiones

En primera instancia, observando el gráfico 1 del apartado de resumen, es posible ver la evolución general a lo largo del tiempo.

Comparando los resultados para cada caso con los datos históricos es posible notar que a medida que se complejiza el modelo, es decir, a medida que pasa de su forma simple a triple, las curvas de predicción se ajustan mucho mejor a los datos, reflejando la tendencia real, por lo que el modelo de suavizado exponencial triple sería el más adecuado para predecir los casos futuros.

En concordancia con lo anterior, al revisar las tablas de predicciones para cada caso estudio, se pueden apreciar estimaciones certeras, considerando que el horizonte es de 10 días y el intervalo de confianza es del 95%.

Además de lo anterior, teniendo en cuenta informes pasados, el modelo utilizado tiene un alto poder predictivo dado que los valores reales de casos nuevos se han encontrado dentro del intervalo de confianza de predicción.

En síntesis, se cumple con el objetivo planteado al inicio de este informe: señalar los métodos y resultados obtenidos sobre predicciones respecto a la evolución de los niveles de casos nuevos registrados de Covid-19 de manera de tener nociones más precisas respecto al futuro y poder tomar decisiones que permitan mantener y aumentar la tasa de éxito de las distintas medidas aplicadas.