



Valladolid 31/03/2020

## ESTIMACIÓN DE CASOS CONFIRMADOS COVID19 en CyL

Se propone un método directo de predicción de casos confirmados acumulados y activos continuando con la propuesta de informes anteriores. En esta ocasión, se incluyen también las predicciones de casos activos obtenidos usando modelos matemáticos SIR.

Los dos métodos usan las series de datos observados de casos confirmados, recuperaciones y muertes desde el inicio de la epidemia hasta el 31 de Marzo.

Se incluyen también datos sobre porcentajes de ingresos en hospitales e ingresos en UCI.

### 1.- METODOLOGÍA

#### 1.1.- MÉTODO DIRECTO

El método directo consiste en estimar las series de casos acumulados confirmados:  $N(t)$  y confirmados activos:  $Na(t)$ , utilizando las expresiones:

$$N(t)=f(t)N(t-1)$$

$$Na(t)=[1-T(t)]N(t)$$

Donde  $f(t)$  y  $T(t)$  se denominan, respectivamente, tasa de transmisión y de recuperación (que incluye recuperación y/o muerte). Estas series se asumen previamente conocidas. Se consideran diferentes escenarios para asignar valores a  $f(t)$  y  $T(t)$ .

#### Escenarios

Se proponen tres escenarios de predicción, los dos primeros asumen valores de las series  $f(t)$  similares (suavizados) a los observados en Hubei, alineando con los valores de CyL, en dos fechas diferentes. En el tercer escenario se asume que la serie  $f(t)$  tiene valores como los observados (suavizados) en Italia una semana atrás con una evolución lineal siguiendo la tendencia observada llegando al valor mínimo '1' el 27 de Abril. La serie  $T(t)$  se estima, en todos los escenarios, extrapolando el valor observado el 31 de Marzo en CyL de forma lineal con la pendiente estimada con los valores observado de dicha serie .

#### 1.2.- METODOLOGÍA SIR

Se han ajustado los modelos SIRM y SIRV, con mitigación y vacunación respectivamente, a la serie de datos observados hasta el 31 de Marzo.

Se eligen estos dos modelos después de estudiar el ajuste de diferentes modelos, extensiones del modelo SIR, a las series de casos confirmados y recuperados (incluyendo muertes) de las provincias Chinas que registraron un número de casos significativo, y en las que la epidemia se considera que ha terminado.

Es importante tener en cuenta que los estimadores de los parámetros de los modelos teóricos son inestables cuando la serie de datos observados no es suficientemente larga. Consideramos



Departamento de Estadística e I.O  
Universidad de Valladolid

que la evolución de la epidemia ha alcanzado un nivel suficiente para que los modelos teóricos empiecen a estimarse de forma razonable pero podrán aún cambiar dependiendo de los valores observados en los próximos días.

### 1.3.- VALIDACIÓN

Validamos las predicciones proyectando las series hacia atrás. En la metodología directa se utiliza  $1/f(t)$  para la serie  $N(t)$ ; y  $N_a(t)$  se calcula a partir de  $N(t)$  con los valores observados de la serie  $T(t)$  suavizada. Los valores se representan en los gráficos junto a los verdaderos valores de  $N(t)$  y  $N_a(t)$ . Es confiable que los valores predichos para la serie  $N(t)$  sean consistentes con los obtenidos en el último informe que utilizaba la serie de datos hasta el día 27 de Marzo. Las predicciones para  $N_a(t)$  son más próximas entre escenarios comparadas con la predicción anterior, lo que se explica por el incremento en la evolución de las tasas de recuperación (ver Figuras 1 y 2).

Por otro lado, las predicciones de ambos métodos son muy similares a corto plazo y a medio plazo las obtenidas con el modelo SIRM se acercan bastante a las obtenidas con el método directo (ver Figura 3).

### 1.4- LIMITACIONES

Las limitaciones más importantes son las asociadas al registro de los datos que no corresponden a todos los infectados, tampoco con todos los diagnosticados positivos porque no se contabilizan los casos diagnosticados en Atención Primaria. Por otro lado, la estrategia en la realización de pruebas puede no ser estable.

Los escenarios elegidos no reflejan con precisión la evolución de la epidemia por diferencias en las poblaciones implicadas en factores como la distribución de la edad, la densidad de población, las medidas de mitigación, las medidas de protección del personal sanitario y la dispersión territorial de la epidemia. La evolución de  $T(t)$  es incierta.

Los estimadores del pico de la epidemia, tanto en fecha como en magnitud con los modelos SIRV y SIRM no es muy robusta cuando la serie de datos no es suficientemente larga, sin embargo, al ser los resultados muy coincidentes con las predicciones obtenidas con el método directo, creemos interesante mostrarlas en este informe. Aunque creemos que es aún pronto para tomar decisiones en base a resultados de estos modelos.



## 2.- RESULTADOS

### 2.1. – Pacientes Ingresados y en UCI

Se registran en una tabla el porcentaje de ingresados y pacientes en UCI, sobre el total de activos, con los datos disponibles desde el 19 de Marzo. Los valores medios no se consideran estimadores razonables porque las series tiene una tendencia suave creciente. De esta forma proponemos utilizar con prudencia el último valor observado el 51,4% de casos activos son ingresos y el 7,6% pacientes están en UCI. Estos porcentajes dependerán fuertemente de las estrategias a la hora de decidir sobre ingresos. Con estos valores y la predicción de casos activos, incluida en la sección 2.2 para los diferentes escenarios, se pueden estimar el total de pacientes ingresados y en UCI cada día hasta el 30 de Abril.

**Tabla porcentajes de Ingresados y UCI**

Fecha	Porcentaje de pacientes Ingresados	Porcentaje de pacientes en UCI
19-Mar-2020	35,66	6,85
20-Mar-2020	35,65	6,65
21-Mar-2020	37,61	6,52
22-Mar-2020	39,54	6,95
23-Mar-2020	41,32	6,70
24-Mar-2020	44,38	6,61
25-Mar-2020	44,27	7,01
26-Mar-2020	46,69	7,18
27-Mar-2020	48,45	7,07
28-Mar-2020	49,58	6,81
29-Mar-2020	51,94	6,78
30-Mar-2020	52,45	7,21
<b>31-Mar-2020</b>	<b>51,39</b>	<b>7,55</b>

Los casos de ingresos y pacientes en UCI corresponden a los que se publican en el portal de la JCyL.

### 2.2.- Casos totales y activos confirmados.

Se incluyen gráficos y una tabla con los valores predichos con el método directo.

Dependiendo del escenario el máximo de casos activos se estima que se alcanza entre el 6 y el 11 de Abril



Departamento de Estadística e I.O  
Universidad de Valladolid

Predicción nº confirmados acumulados

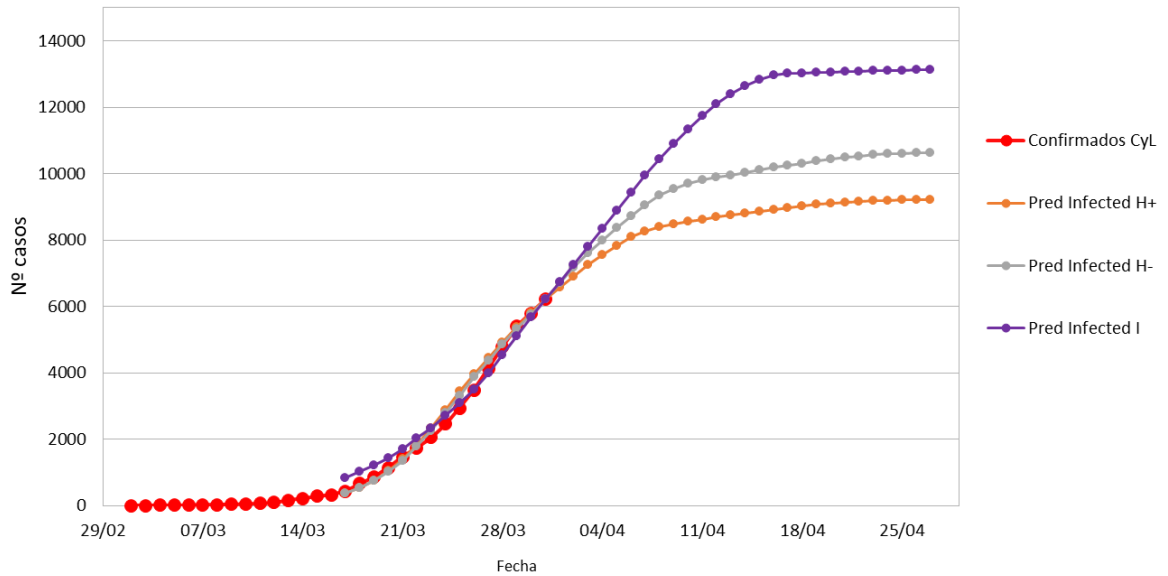


Figura 1: Casos totales confirmados con el método directo y tres escenarios.

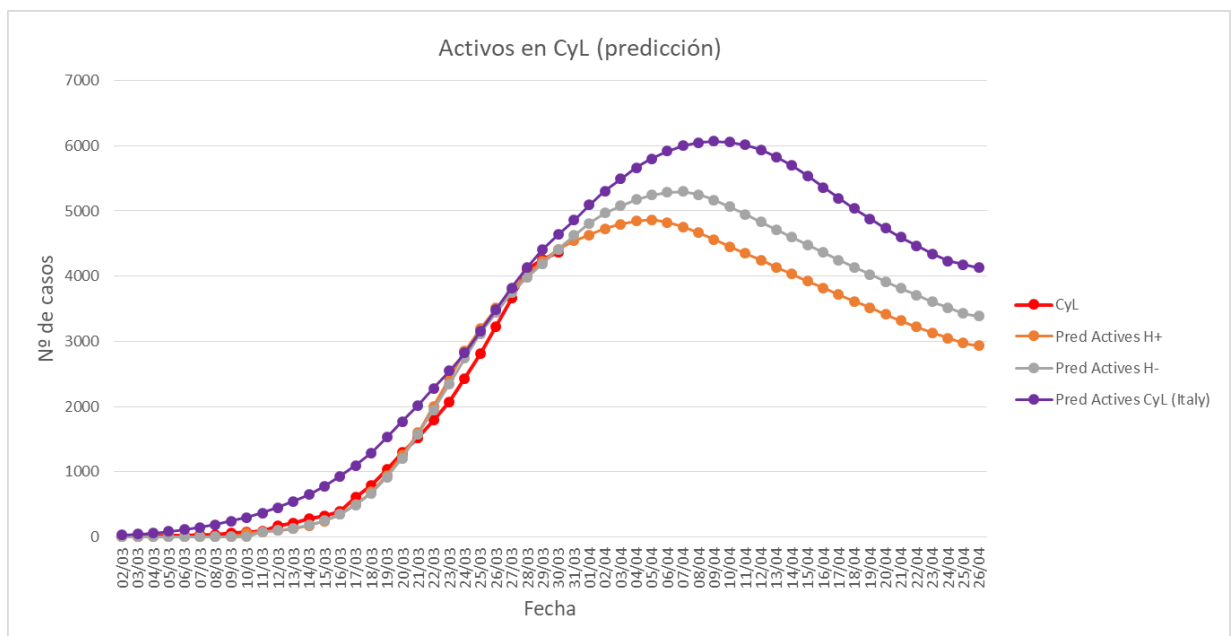


Figura 2: Casos activos confirmados con el método directo y tres escenarios.



Departamento de Estadística e I.O  
Universidad de Valladolid

Fecha	Total:N(t) Hub+	Total:N(t) Hub-	Total:N(t) Italia	Activos:Na(t) Hub+	Activos:Na(t) Hub-	Activos:Na(t) Italia
01-Apr-2020	6584	6708	6733	4539	4625	4642
02-Apr-2020	6913	7178	7258	4630	4807	4861
03-Apr-2020	7245	7609	7802	4729	4966	5093
04-Apr-2020	7549	7989	8348	4796	5076	5304
05-Apr-2020	7836	8372	8891	4843	5174	5495
06-Apr-2020	8095	8724	9424	4863	5241	5662
07-Apr-2020	8265	9056	9943	4823	5285	5802
08-Apr-2020	8394	9355	10440	4756	5300	5915
09-Apr-2020	8487	9551	10910	4666	5251	5998
10-Apr-2020	8559	9700	11346	4563	5171	6049
11-Apr-2020	8623	9807	11743	4456	5068	6068
12-Apr-2020	8688	9890	12096	4350	4951	6056
13-Apr-2020	8754	9963	12398	4244	4831	6011
14-Apr-2020	8816	10038	12646	4138	4712	5936
15-Apr-2020	8873	10115	12836	4031	4595	5831
16-Apr-2020	8927	10186	12964	3925	4478	5699
17-Apr-2020	8982	10252	13029	3821	4361	5543
18-Apr-2020	9033	10315	13029	3718	4246	5363
19-Apr-2020	9078	10379	13042	3617	4135	5196
20-Apr-2020	9116	10438	13055	3516	4026	5035
21-Apr-2020	9145	10490	13068	3416	3918	4881
22-Apr-2020	9167	10534	13081	3318	3813	4735
23-Apr-2020	9183	10568	13094	3224	3710	4597
24-Apr-2020	9196	10593	13107	3134	3610	4467
25-Apr-2020	9207	10611	13120	3050	3515	4346
26-Apr-2020	9215	10626	13133	2971	3426	4235
27-Apr-2020	9227	10658	13186	2827	3265	4040

Tabla 1: Casos confirmados totales y activos con el método directo.

Los datos totales que identificamos como en el día t son datos consolidados a las 21:00 horas del día anterior. Los casos de activos los que se publican en el portal de la JCyL.



En el siguiente gráfico se incluyen las predicciones de los 3 escenarios anteriores para los casos activos confirmados junto a las predicciones de los modelos SIRV y SIRM.

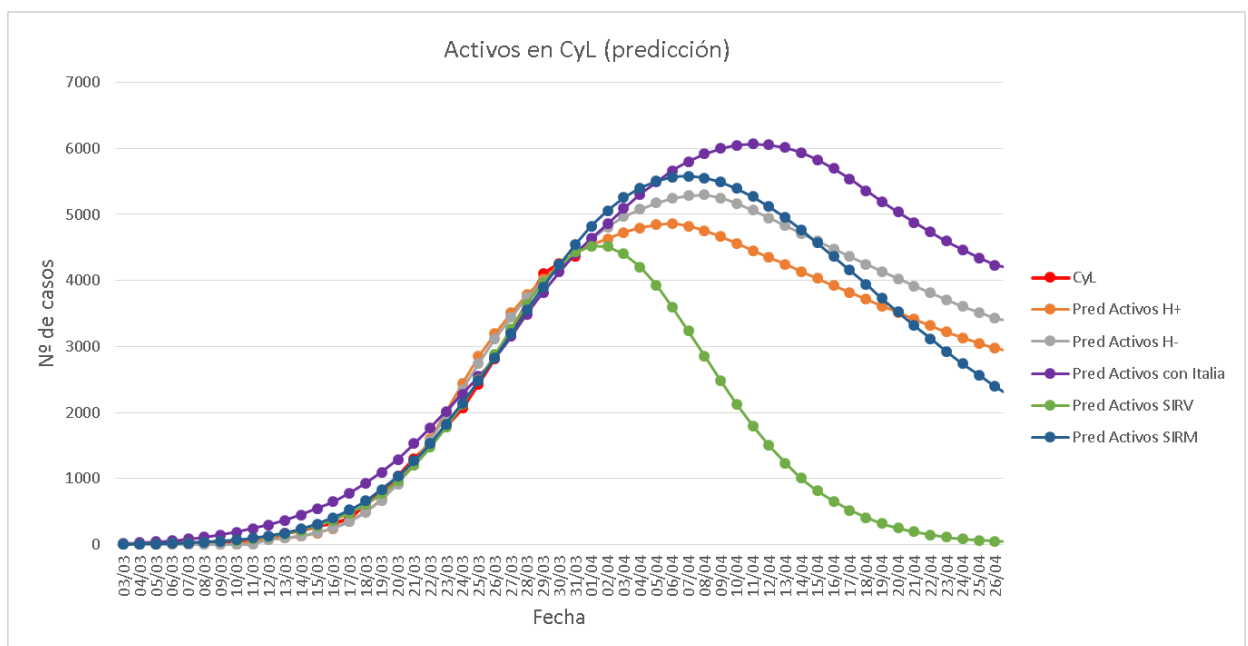


Figura 3: Casos activos confirmados con los tres escenarios del método directo y los modelos SIRV y SIRM.

Este Informe ha sido elaborado por los siguientes miembros del departamento de Estadística e I.O de la Universidad de Valladolid:

Pedro Cesar Álvarez Esteban

Eustasio del Barrio Tellado

Cristina Rueda Sabater