

## Documento de Trabajo No.28

# El modelo matemático de Quirófano<sup>1</sup>

Provincias de Córdoba, Mendoza, San Juan, Entre Ríos, Chaco y Salta

## I.- Síntesis

- 1.- El **Sistema Estadístico de Costos de la Salud** es un instrumento que permite (a) generar **estadísticas de costos** de distintas prestaciones de salud, (b) elaborar **proyecciones** bajo distintos supuestos y escenarios, (c) elaborar **simulaciones de impacto** de cambios en cualquier factor con incidencia sobre las prestaciones médicas.
- 2.- La posibilidad de realizar simulaciones permite **fundamentar de manera rigurosa diagnósticos, iniciativas y propuestas de políticas públicas** elaboradas por el sector privado de la salud, y **generar discusiones conducentes con las distintas instancias del sector público**, de una manera objetiva y propositiva.
- 3.- El presente documento de trabajo detalla los supuestos de trabajo, los parámetros y las variables monetarias de **una unidad de quirófano**. El modelo permite agrupar **costos para una cirugía básica**, o estimar el **costo hora/quirófano**, entre otras formas alternativas de utilizar el Sistema.
- 4.- Los **principales parámetros del modelo** son: 4 quirófanos centrales y 2 quirófanos ambulatorios, cirugías generales (vesícula) programadas durante 14 horas cada día hábil, con un parámetro de eficiencia de 0.90 y un parámetro de demanda de 1.00, con duración de 1.5 horas por cirugía, incluyendo el tiempo de preparación del quirófano entre cirugías, entre otros parámetros detallados en el documento.
- 5.- El modelo de quirófano aplica, con las particularidades del caso, a prestadores médicos radicados, alternativamente, en **las ciudades de Córdoba, Mendoza, San Juan, Paraná, Resistencia y Salta**. Esto da origen, cada mes, a informes con las series históricas de costos y proyecciones para los meses siguientes, para las **provincias de Córdoba, Mendoza, San Juan, Entre Ríos, Chaco y Salta**, que irán incorporando con el tiempo **modelos específicos para otras localidades dentro de cada provincia**.
- 6.- Dado que el Sistema Estadístico de Costos de la Salud, lejos de constituir un proyecto 'cerrado', está **pensado como un proceso continuo y dinámico**, el presente documento de trabajo tendrá **sucesivas versiones**, a medida que **el proceso de puesta en valor de la 'inteligencia colectiva' en el sector vaya enriqueciendo cada modelo matemático**.

<sup>1</sup> Documento de Trabajo No.28. **Foro de Análisis Económico de la Salud**. Agosto de 2022. Última revisión: octubre de 2022.

## II.- La metodología del Sistema Estadístico de Costos de la Salud

El **Sistema Estadístico de Costos de la Salud** utiliza una metodología basada en la modelización matemática del funcionamiento de distintas áreas de una entidad prestadora de servicios de salud, con algoritmos para cálculo, simulación y automatización de reportología elaborados en lenguaje de programación Python. Uno de sus componentes es el modelo de funcionamiento de una unidad de quirófano en las provincias de Córdoba, Mendoza, San Juan, Entre Ríos, Chaco y Salta, objeto del presente documento.

La modelización incluye parámetros, que reflejan regulaciones, modos habituales de realizar cada actividad, protocolos médicos y otros supuestos de trabajo, y variables monetarias, que reflejan los costos unitarios que interactúan con los parámetros para estimar los distintos ítems de costos.

Esta estructura de parámetros y variables monetarias permite (a) manteniendo constantes los parámetros a través del tiempo, **generar estadísticas de costos** a partir de la actualización mensual de las variables monetarias, (b) manteniendo constantes los parámetros a través del tiempo, **elaborar proyecciones de costos** a partir de distintos supuestos acerca de la evolución futura de las variables monetarias, (c) utilizando distintos supuestos acerca de parámetros y variables monetarias, **realizar simulaciones de impacto** de distintos cambios en cualquiera de los factores que inciden sobre los costos.

La **generación de estadísticas de costos** sirve, entre otras cosas, para evaluar eventuales divergencias entre los montos pagados por los financiadores por distintas prestaciones y los costos reales de las mismas, así como orientar estrategias de negociación, tanto a nivel institucional o sectorial, como a nivel individual, con distintos financiadores.

La **proyección de costos** sirve, entre otras cosas, para adelantar impactos sobre costos y ganar tiempo en el análisis de impactos y la consecuente necesidad de toma de decisiones, por ejemplo ante negociaciones salariales o negociaciones con financiadores. Debería permitir estrategias de negociación para evitar 'correr por detrás' de los costos.

La **simulación de impactos** permite que posibles acciones sectoriales o propuestas de políticas públicas estén basadas en estimaciones rigurosas sobre los impactos sobre costos de todo lo que se discuta. Esto es muy útil para cambiar el eje de las discusiones entre el sector privado y el sector público, lo que requiere la máxima transparencia en la conformación de cada modelo matemático, de tal modo de evitar discusiones opinables, concentrando esfuerzos en discusiones objetivas, fundamentadas, basadas en evidencia rigurosa.

Con el doble propósito de poner en discusión cada modelo, para enriquecerlo con la 'inteligencia colectiva' en el sector, y generar la transparencia necesaria para que las discusiones con terceros estén basadas en cuestiones objetivas, las próximas secciones de este documento de trabajo presentan, del modo más detallado posible, los supuestos

de trabajo, parámetros y variables monetarias utilizados, incluyendo diferencias entre las provincias de Córdoba, Mendoza, San Juan, Entre Ríos, Chaco y Salta.

### **III.- La estructura de los costos de Quirófano**

El modelo de funcionamiento de una unidad de quirófano contempla los siguientes bloques e ítems de costos:

#### **Bloque I.- Recursos humanos en relación de dependencia**

Remuneración bruta de jefe médico de quirófano, remuneración bruta de instrumentadores, remuneración bruta de técnicos de rayos, remuneración bruta de jefe enfermero de quirófano, remuneración bruta de enfermeros, remuneración de circulante, remuneración bruta de camilleros, remuneración bruta de mucamas y personal de limpieza, remuneración bruta de secretarias, montos establecidos por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional, antigüedad, sueldo anual complementario proporcional, vacaciones proporcionales, contribuciones patronales al sistema previsional, contribuciones patronales al sistema de obras sociales, seguro de vida obligatorio, ART, previsión por despidos, ausentismo, aporte a FATSA y montos no remunerativos.

#### **Bloque II.- Recursos humanos contratados**

Honorarios de equipos quirúrgicos, honorarios de equipos anestésicos.

#### **Bloque III.- Consumibles**

Oxígeno, descartables, insumos médicos, medicamentos, soluciones, suturas, set de bomba de infusión, filtros HEPA, pack de ropa de cirugía, pack de cirugía estéril, esterilización, eliminación de residuos patógenos, productos de limpieza.

#### **Bloque IV.- Servicios tercerizados y costos fijos**

Energía eléctrica, tasas e impuestos sobre la energía eléctrica, mantenimiento de equipos de respiración, ingeniero biomédico para mantenimiento de equipos, costo de infraestructura de servicios internos y costo financiero.

#### **Bloque V.- Instalaciones y equipamiento**

**Instalaciones:** Superficies quirófanos, superficies sala de recuperación, superficies sala de inducción anestésica, superficies salas de médicos, superficies vestuarios, superficies sala limpio, superficies sala sucio, superficie espacios comunes, instalación de oxígeno / respiración / aire comprimido, instalación de aire acondicionado con filtros HEPA, instalación de iluminación, piletones lavamanos.

**Equipamiento:** Respiradores, mesas anestésicas, lámparas cialíticas, mesa de instrumental, camillas electrocomandadas, monitores multiparamétricos, oxícapnógrafos, monitores desfibriladores, Arco en C, electrobisturíes, equipos de videolaparoscopia,

esterilizadores, estufas de esterilización, camillas de traslado, camillas para sala de recuperación, camillas para sala de inducción anestésica, monitores para sala de recuperación, monitores para sala de inducción anestésica, computadoras, calentadores de suero, flowmeters, cardiosdesfibriladores.

Costo de oportunidad del capital invertido, margen para sustentabilidad.

#### **Bloque VI.- Impuestos y otros aportes sobre facturación**

CPSPS Caja de Previsión Social de Profesionales de la Salud (en el caso de la provincia de Córdoba), IVA no computable, Impuesto sobre los Ingresos Brutos (según alícuota vigente en cada provincia), tasa municipal sobre actividad comercial (según denominación y alícuota vigente en cada municipio), Impuesto a los Créditos y Débitos Bancarios.

4

### **IV.- Los parámetros del modelo de Quirófano**

A continuación se presentan los principales parámetros del modelo.

#### **1.- Parámetros generales:**

Quirófanos centrales (cantidad): 4

Quirófanos ambulatorios (cantidad): 2

Sala de recuperación (cantidad de camas): 5

Sala de inducción anestésica (cantidad de camas): 5

Turnos diurnos (cantidad): 2

Turnos nocturnos (cantidad): 1

Horas por turno (cantidad): 8

Días hábiles (cantidad): 22

Funcionamiento cirugías programadas (horas por día): 14

Capacidad teórica (horas por mes): funcionamiento de cirugías programadas x días hábiles

Coeficiente de demanda (%): 100

Coeficiente de productividad (%): 90

Capacidad efectiva (horas por mes): capacidad teórica x coeficiente de demanda x coeficiente de productividad (10hs x 22 días x 6 quirófanos x 0.8 x 0.9 = 950.4 hs por mes)

Duración cirugías (horas por cirugía): 1.0

Duración preparación quirófano (horas por cirugía): 0.5

Cirugías (cantidad por mes): capacidad efectiva / (duración cirugías + duración preparación quirófano). (950.4hs / 1.5 = 634 cirugías por mes)

## **2.- Parámetros laborales:**

### **Personal en relación de dependencia:**

Jefe médico de quirófano (cantidad): 1

Instrumentadores (cantidad por quirófano por turno diurno): 1

Instrumentadores en guardia pasiva (cantidad por turno nocturno): 1

Técnicos de rayos para Arco en C (cantidad por turno diurno): 1

Camilleros (cantidad por turno diurno): 2

Enfermero circulante (cantidad por quirófano por turno diurno): 1

Enfermeros de sala de recuperación (cantidad por turno diurno): 1

Enfermeros de sala de inducción anestésica (cantidad por turno diurno): 1

Mucamas (cantidad por turno diurno): 1

Jefe de enfermeros (cantidad): 1

Secretarias (cantidad por turno diurno): 1

Antigüedad enfermeros (años promedio): 15

Antigüedad camilleros y mucamas (años promedio): 5

Antigüedad resto de personal en relación de dependencia (años promedio): 12

Previsión por despido personal en relación de dependencia (%): 4

Vacaciones enfermeros (días): 35

Vacaciones camilleros (días): 21

Vacaciones resto (días): 28

### **Personal contratado:**

Equipo anestésico (horas al mes): según cantidad de actos quirúrgicos / financiador y honorario según complejidad

Equipo quirúrgico (horas al mes): según cantidad de actos quirúrgicos / financiador y honorario según complejidad

## **3.- Parámetros consumibles:**

### **a.- Energía Eléctrica**

Consumo (kw/h por hora de cirugía): 5 kwh

### **b.- Oxígeno y gases**

Oxígeno (litros por hora de cirugía): 1.5. (incluido en módulo, excepto cuando el financiador permite facturarlos por separado)

### **c.- Descartables cirugía general**

Perfus Macro (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Llave de 3 vías (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Abbocath 18 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Prolongadores PT35 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 K27 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Drenaje 16 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 K66 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Suction (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Tegaderm 10x12 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 K29 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Filtro humidificador (cantidad por cirugía): 2 (incluido en módulo)  
 Tubo endotraqueal 7 ½ (cantidad por cirugía): 1

### **d.- Insumos cirugía general**

Bisturí (cantidad por cirugía): 1  
 Aguja (cantidad por cirugía): 2  
 Jeringa (cantidad por cirugía): 2  
 Guantes estériles (cantidad por cirugía): 10  
 Plancha de electrobisturi (cantidad por cirugía): 1  
 Iodopovidona sol (cantidad por cirugía): 0.1  
 Electrodo (cantidad por cirugía): 5  
 Circuito de anestesia (cantidad por cirugía): 1

### **e.- Medicamentos cirugía general**

Parámetro de tipo de anestesia (general vs raquídea)  
 Atropina amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Atracurio amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Propofol 1% 50ml fco (cantidad por cirugía): 2 (incluido en módulo)  
 Cefazolina fco (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Etilfrina amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)  
 Midazolam amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Fentanilo amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Remifentanilo (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Tramadol amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Ketorolac amp (cantidad por cirugía): 2 (incluido en módulo)

Dexametasona amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Ranitidina amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Metoclopramida amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Dipirona amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Succinilcolina 100mg amp (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

#### **f.- Soluciones cirugía general**

Solución fisiológica 100 ml (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Solución fisiológica 500 ml (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Solución fisiológica 10 ml (cantidad por cirugía): 2 (incluido en módulo)

Ringer Lactato 500 ml (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

#### **g.- Suturas cirugía general**

Ethilon 3/0 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

LT300 (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

Prolene 0 sh (cantidad por cirugía): 1 (incluido en módulo)

#### **h.- Otros insumos**

Ropa de cirugía (ambo, botas, cofia y barbijo). 1 por profesional

Alquiler de pack de cirugía estéril (kits por cirugía). 1 por cirugía (sábanas y campos grandes y chicos, más batas cirujano, ayudantes e instrumentistas)

Viodex limpieza fija día laboral (sobres de 10 mg por día): 2/5

Viodex limpieza fija día no laboral (sobres de 10 mg por día): 5

Viodex limpieza entre cirugías (sobre de 10 mg por cirugía): 1/5

Eliminación de residuos patógenos (kg por cirugía): 0.5

Esterilizaciones (cantidad por cirugía): 1

Set de bomba de infusión (cantidad por cirugía): 2

Filtros HEPA (cantidad por mes): 1/6

#### **4.- Parámetros instalaciones**

Superficie de quirófanos chicos (m2): 25  
 Superficie de quirófanos de complejidad (m2): 36  
 Superficie sala de recuperación (m2 por cama): 9  
 Camas en sala de recuperación (cantidad): 5  
 Superficie sala de inducción anestésica (m2 por cama): 9  
 Camas en sala de inducción anestésica (cantidad): 5  
 Superficie sala de médicos (m2): 16  
 Superficie sala de vestuario (m2): 9  
 Superficie sala limpio (m2): 4  
 Superficie sala sucio (m2): 4  
 Superficie espacios comunes (m2): 10  
 Instalación de oxígeno / aspiración / aire comprimido (cantidad): 1

#### **5.- Parámetros equipamiento**

Mesas anestésicas con respirador (cantidad por quirófano): 1  
 Mesas de Finochietto para instrumentadora (cantidad por quirófano): 1  
 Camillas electrocomandadas (cantidad por quirófano): 1  
 Monitores multiparamétricos (cantidad por quirófano): 1  
 Monitores desfibriladores (cantidad): 1  
 Arco en C (cantidad): 1  
 Cajas de instrumental: 0  
 Equipos de videolaparoscopia 3d (cantidad): 1  
 Estufas de esterilización (cantidad): 2  
 Camillas de traslado (cantidad): 1  
 Camillas para sala de recuperación (cantidad): 5  
 Camillas para sala de inducción anestésica (cantidad): 5  
 Monitores para sala de recuperación (cantidad): 5  
 Monitores para sala de inducción anestésica (cantidad): 5  
 Computadoras para quirófano (cantidad por quirófano): 1  
 Computadoras para secretarias (cantidad): 1



Calentadores de suero (cantidad por quirófano): 1

Flowmeter de oxígeno y aire comprimido (cantidad por quirófano): 1

Frasco de aspiración (cantidad por quirófano): 1

Aire acondicionado central de quirófano: 1

Bisturí armónico (cantidad por quirófano): 1

Cardiodesfibrilador (cantidad por quirófano): 1

## **6.- Otros parámetros**

Costo de oportunidad del capital invertido (%): 4

Mark up (% sobre costos antes de impuestos sobre facturación): 10

Facturación a sujetos exentos de IVA (%): 60.0

## **V.- Las variables monetarias del modelo de Quirófano**

Las variables monetarias vinculadas a los ítems de los bloques de recursos humanos provienen de la escala salarial de FATSA (CCT 122/75), con todos los adicionales de convenio. En el caso de los recursos humanos contratados, se utilizan múltiplos de los valores de convenio. Se trata de variables monetarias comunes a todas las provincias.

Para los ítems energéticos, se utilizan la escala tarifaria de las empresas de energía eléctrica de las ciudades de Córdoba, Mendoza, San Juan, Paraná, Resistencia y Salta.

Para medicamentos, las variables monetarias se actualizan con los valores de Grupo Alfa Beta, con parámetros de ajuste para representar costos efectivos para las entidades médicas, mientras que, para el resto de los consumibles, las variables monetarias se obtienen por consultas con las áreas de compra de las entidades.

Para la infraestructura y el equipamiento, sus valores en dólares se actualizan de acuerdo al dólar oficial de cada mes.

El IVA No Computable se calcula aplicando las alícuotas vigentes a los distintos ítems de costos, aplicando la proporción supuesta de participación de la facturación a sujetos exentos de IVA sobre el total de facturación.

Las alícuotas del Impuesto sobre los Ingresos Brutos provienen de las leyes impositivas anuales de cada provincia, mientras que las alícuotas de la tasa por comercio e industria (que tiene diferentes denominaciones en cada municipio) provienen de las ordenanzas tributarias anuales de cada municipio considerado.

Para las alícuotas del Impuesto a los Débitos y Créditos Bancarios se consideran las alícuotas generales, permitiendo el modelo la simulación de la reducción de costos

producida por la aplicación de las alícuotas reducidas de dicho impuesto para el sector de la salud.

De la misma manera, el modelo permite computar alícuotas reducidas de Contribuciones Patronales al Sistema Previsional y otros beneficios fiscales como el FESCAS (ex Repro II).

## **VI.- Notas metodológicas**

10

1.- El Sistema Estadístico de Costos de la Salud, diseñado y ejecutado por Economic Trends, con metodología propia, para el Foro de Análisis Económico de la Salud, está basado en la modelización matemática de las distintas áreas de una entidad prestadora de servicios de salud de gestión privada.

2.- La modelización matemática permite modificar parámetros que den cuenta de diferentes configuraciones de servicios de salud en distintas provincias e, incluso, en diferentes localidades dentro de una misma provincia. Permite considerar distintos beneficios fiscales concedidos al sector de la salud, y agrupar o segmentar los ítems de costos según el agrupamiento o la segmentación asociados a la modalidad de pago de distintos financiadores e, incluso, estimar costos de tratamiento de distintas patologías, cruzando así transversalmente la modelización de distintos servicios.

3.- El modelo matemático de cada servicio de salud ha sido diseñado en base al conocimiento experto de los propios integrantes del sistema de salud, incluyendo a socios, directivos, gerentes, directores de servicio de las entidades prestadoras agrupadas en las asociaciones de clínicas de cada provincia.

4.- El modelo está desarrollado en lenguaje de programación Python, y permite (a) generar estadísticas de costos, (b) realizar proyecciones de costos bajo diferentes escenarios, (c) realizar simulaciones de impacto de cambios en cualquier factor con incidencia sobre los costos de prestación de cada servicio de salud (cambios regulatorios, tributarios, tecnológicos, organizacionales, y de cualquier otra índole). El mismo lenguaje de programación ha sido utilizado para la automatización de los procesos de generación de los informes mensuales con las estadísticas y proyecciones de costos para cada servicio y cada provincia.

5.- Todos los supuestos de trabajo (capacidad, tasa de ocupación, porcentajes de pacientes con distintas patologías, cantidad de equipamiento, cantidad de recursos humanos, etc.) son parámetros que se mantienen fijos a los fines de la generación de estadísticas, pero son modificables para la realización de ejercicios de simulación.

6.- La metodología utilizada no sufre la distorsión que, en una economía volátil como lo es la economía argentina, se produce cuando se modifican abruptamente los precios relativos y se utilizan metodologías tradicionales de generación de estadísticas de costos, basadas

en promediar variaciones porcentuales de costos de distintos ítems con ponderadores fijos en el tiempo, que suponen participaciones constantes cuando éstas se modifican mientras cambian los precios relativos. Por el contrario, en la metodología utilizada, la participación de cada ítem surge de la evolución de los precios relativos y su interacción con los parámetros del modelo, dando cuenta así de la variabilidad de las estructuras de costos derivada de la volatilidad de precios relativos.

Informe elaborado por **Economic Trends S.A.** para el  
**Foro de Análisis Económico de la Salud**

El **Foro de Análisis Económico de la Salud** es un espacio de **investigación continua** (cada análisis genera inquietudes que realimentan el proceso), **integrada** (integra a economistas y empresarios de la salud en un Comité de Análisis) y **focalizada** (pretende la rigurosidad propia de la actividad académica, pero con foco en temas específicos de interés para el sector).