**Estudio de costos de la operación con la Intendencia de Montevideo UR-L1136**

**Plan de saneamiento urbano V**

Ingeniero Hugo Monteverde

Setiembre 2016

###### Índice

###### Introducción y marco conceptual

1. Resultados de la aplicación del modelo a los proyectos seleccionados
2. Estaciones de bombeo y Planta de Pre Tratamiento (PPT)
3. Manga Redes
4. Manga Impulsión y Estación de Bombeo

**Anexo I:** Análisis del modelo de Variación por Precios

1. **Introducción y marco conceptual**

En el año 2012, a solicitud del Economista Andrés Pereyra del BID, este consultor comenzó a desarrollar una metodología con el objetivo de estimar, partiendo de la información disponible en el momento del cierre de un programa de financiamiento particular, cuál podría ser el costo final de un proyecto de transporte urbano en la ciudad de Montevideo.

La metodología se desarrolló en base a técnicas de simulación Montecarlo utilizando un software especializado en un intento de aplicar, a pequeños proyectos, ciertos trabajos desarrollados para grandes proyectos por el profesor Bent Flyvbjerg.

En el año 2013 una adaptación del modelo anterior se aplicó en el área de infraestructura vial en un programa en el estado de San Pablo, Brasil.

Un año después se volvió a aplicar en dos programas en la República del Paraguay, uno de caminos rurales y otro de vialidad nacional y el mismo año se utilizó en Uruguay a un programa de agua y saneamiento.

El modelo comenzó a evolucionar y mejorarse en la medida que era aplicado en diferentes programas de infraestructura.

La primera aplicación del modelo no antes de cerrar un programa de financiamiento sino luego, en la etapa de seguimiento de un programa ya funcionamiento se realizó en el año 2015 y a mediados del 2016 el BID publicó el denominado “Manual para la estimación y seguimiento del costo final de un programa de infraestructura”([enlace](https://publications.iadb.org/handle/11319/7682?locale-attribute=en)).

Esta consultoría está basada en la aplicación de la metodología descripta en ese manual, por tanto los resultados que se detallan en las páginas siguientes usan su nomenclatura y se apoyan en el marco conceptual desarrollado en dicha publicación.

La metodología mencionada se aplicó a los proyectos del Programa haciendo uso de la proyección de variación de coeficientes sugerida por los técnicos del organismo contratante y a las hipótesis de distribución de monedas, fechas de licitación, de comienzo de las obras y plazo estimado.

En las páginas siguientes se detallan los resultados alcanzados.

1. **Resultados de la aplicación del modelo a los proyectos seleccionados**
2. **Estaciones de bombeo y Planta de Pre Tratamiento (PPT)**
3. **Estimación inicial del proyecto y distribución de los coeficientes C₁, C₂, C₃ y C₄**

La evaluación inicial del proyecto, a partir del cual comienza a trabajar el modelo, fue estimado por los técnicos de la administración contratante. Para este proyecto ese monto, expresado en miles de dólares, alcanza a U$S 19.369.

Dado que el proyecto ya fue licitado, los coeficientes de pasaje de anteproyecto a proyecto (C₁), de proyecto a presupuesto de oficina (C₂) y del monto de oficina y el valor contratado (C₃) son 1.

La distribución del coeficiente C₄, correspondiente a las eventuales ampliaciones que superen el 15% de imprevistos incluido en todos los contratos, fue estimado por los técnicos de la administración contratante en base a su experiencia en proyectos similares.

Distribución del Coeficiente C₄ (de contrato a contrato con ampliaciones)



1. **Hipótesis de trabajo**

Las hipótesis de trabajo en lo relativo a la distribución de monedas, fechas de licitación y comienzo de obras son las siguientes:



1. **Cuarto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Contrato al Monto de Contrato con Ampliaciones surge la siguiente información:

* 70% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 23.201 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 23.359 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 23.612 millones.



1. **Quinto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto del Contrato con Ampliaciones al Monto Final del Programa surge la siguiente información:

* 70% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 24.303 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 24.502 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 24.819 millones.



1. **Distribución de los sobrecostos estimados**

Cada uno de los modelos, Variación por Contingencias y de Variación por Precios, aportan distintos valores al monto total de sobrecostos como se puede apreciar en la tabla siguiente:



1. **Cronograma estimado de desembolsos**

De acuerdo a los resultados obtenidos el cronograma de desembolsos para los percentiles 30, 50, 80 y 100 es el siguiente:



1. **Redes Manga**
2. **Estimación inicial del proyecto y distribución de los coeficientes C₁, C₃ y C₄**

La evaluación inicial del proyecto, a partir del cual comienza a trabajar el modelo, fue estimado por los técnicos de la administración contratante. Para este proyecto ese monto, expresado en miles de dólares alcanza los U$S 26.870.

El proyecto se encuentra en la etapa de elaboración del anteproyecto por lo que, en principio, deben considerarse distribuciones de probabilidad para los coeficientes C₁, C₃ y C₄.

La distribución del coeficiente C₄, correspondiente a las eventuales ampliaciones que superen el 15% de imprevistos incluido en todos los contratos es 1 ya que no se esperan ampliaciones que superen el monto correspondiente a imprevistos.

Todos los coeficientes fueron estimados por los técnicos de la administración contratante en base a su experiencia en proyectos similares.

Distribución del Coeficiente C₁ (de anteproyecto a proyecto)



Distribución del Coeficiente C3 (de oficina a adjudicación)



1. **Hipótesis de trabajo**

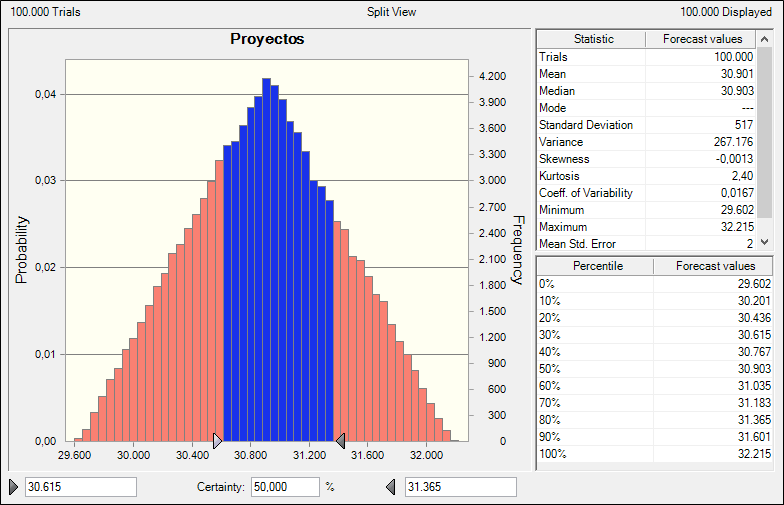
Las hipótesis de trabajo en lo relativo a la distribución de monedas, fechas de licitación y comienzo de obras son las siguientes:



1. **Primer punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Anteproyecto al Monto de Proyecto surge la siguiente información:

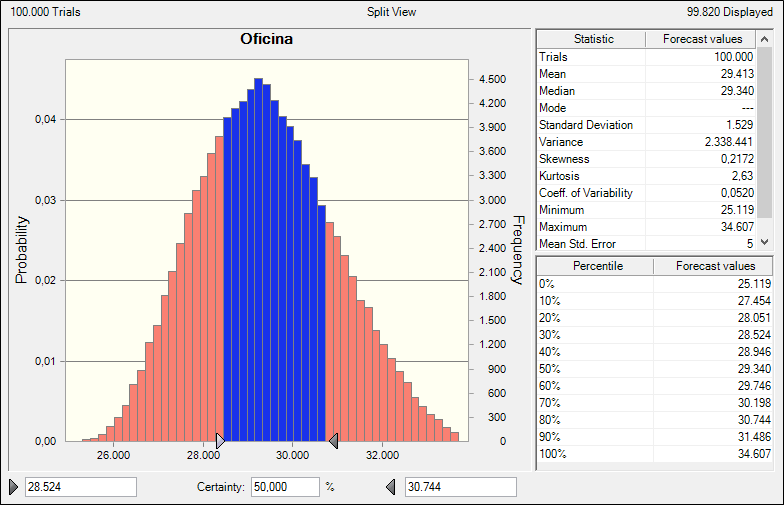
* 70% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 30.615 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 30.903 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 31.365 millones.



1. **Segundo punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Proyecto al Presupuesto de Oficina surge la siguiente información:

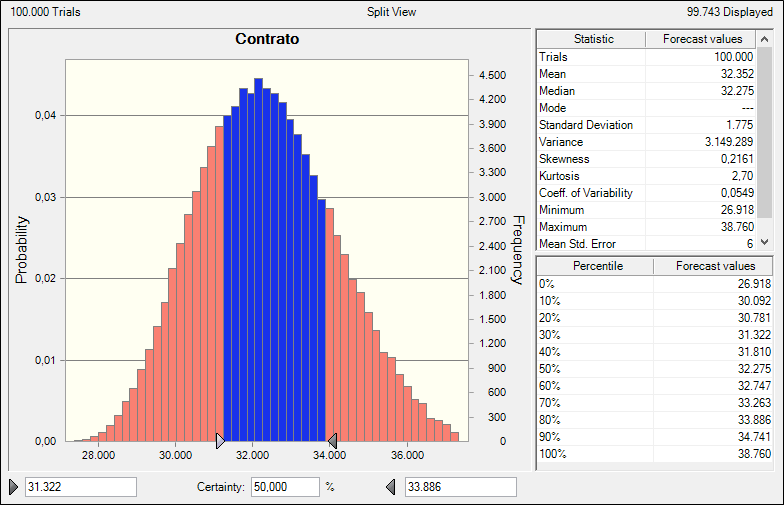
* 70% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 28.524 millones.
* 50% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 29.340 millones.
* 20% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 30.744 millones.



1. **Tercer punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Presupuesto de Oficina al Monto de Contrato surge la siguiente información:

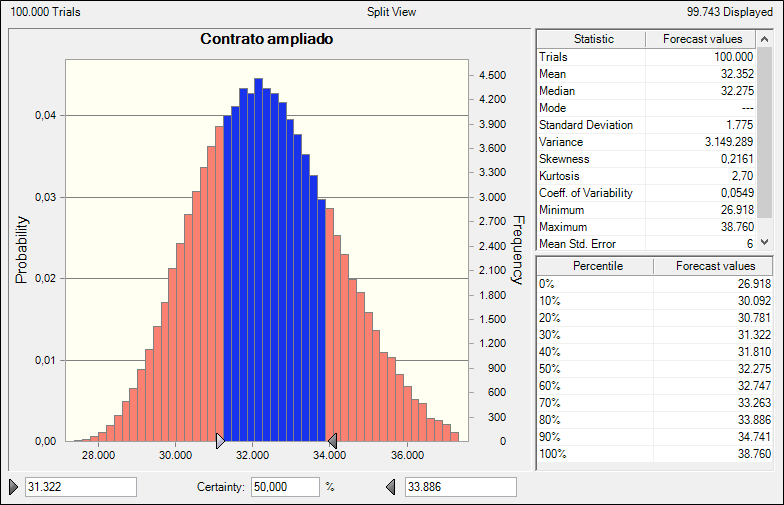
* 70% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 31.322 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 32.275 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 33.886 millones.



1. **Cuarto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Contrato al Monto de Contrato con Ampliaciones surge la siguiente información:

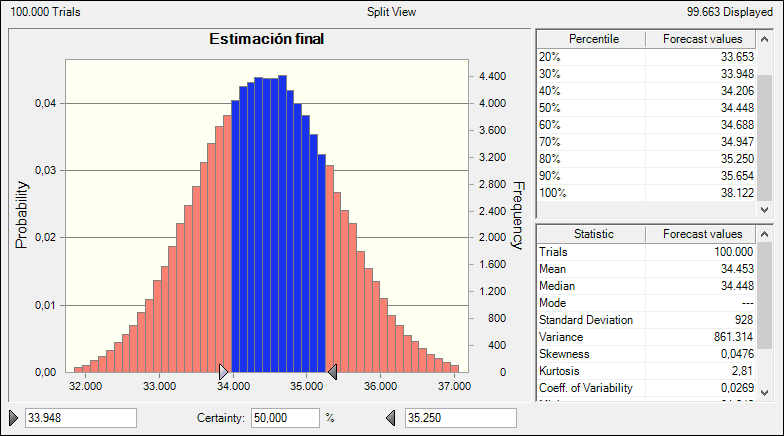
* 70% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 31.322 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 32.275 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 33.886 millones.



1. **Quinto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Contrato Ampliado al Monto Final del Programa surge la siguiente información:

* 70% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 33.948 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 34.448 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 35.520 millones.



1. **Distribución de los sobrecostos estimados**

Cada uno de los modelos, Variación por Contingencias y de Variación por Precios, aportan distintos valores al monto total de sobrecostos como se puede apreciar en la tabla siguiente:



1. **Cronograma estimado de desembolsos**

De acuerdo a los resultados obtenidos el cronograma de desembolsos para los percentiles 30, 50, 80 y 100 es el siguiente:



1. **Impulsión y Estaciones de Bombeo**
2. **Estimación inicial del proyecto y distribución de los coeficientes C₁, C₃ y C₄**

La evaluación inicial del proyecto, a partir del cual comienza a trabajar el modelo, fue estimado por los técnicos de la administración contratante. Para este proyecto ese monto, expresado en miles de dólares alcanza los U$S 4.704.

El proyecto se encuentra en la etapa de elaboración del anteproyecto por lo que deben considerarse distribuciones de probabilidad para los coeficientes C₁, C₃ y C₄.

La distribución del coeficiente C₄, corresponde a las eventuales ampliaciones que superen el 15% de imprevistos incluido en todos los contratos.

Todos los coeficientes fueron estimados por los técnicos de la administración contratante en base a su experiencia en proyectos similares.

Distribución del Coeficiente C₁ (de anteproyecto a proyecto)



Distribución del Coeficiente C₃ (de oficina a adjudicación)



Distribución del Coeficiente C₄ (de contrato a contrato con ampliaciones)



1. **Hipótesis de trabajo**

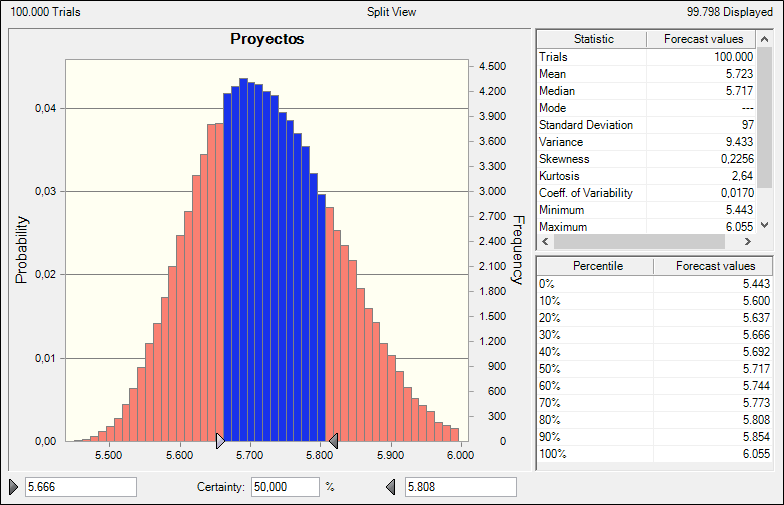
Las hipótesis de trabajo en lo relativo a la distribución de monedas, fechas de licitación y comienzo de obras son las siguientes:



1. **Primer punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Anteproyecto al Monto de Proyecto surge la siguiente información:

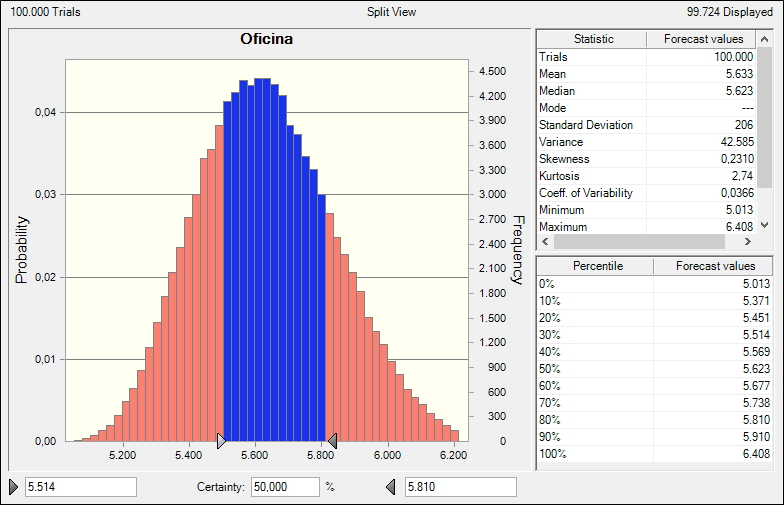
* 70% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 5.666 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 5.717 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Proyecto sea superior a U$S 5.808 millones.



1. **Segundo punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Proyecto al Presupuesto de Oficina surge la siguiente información:

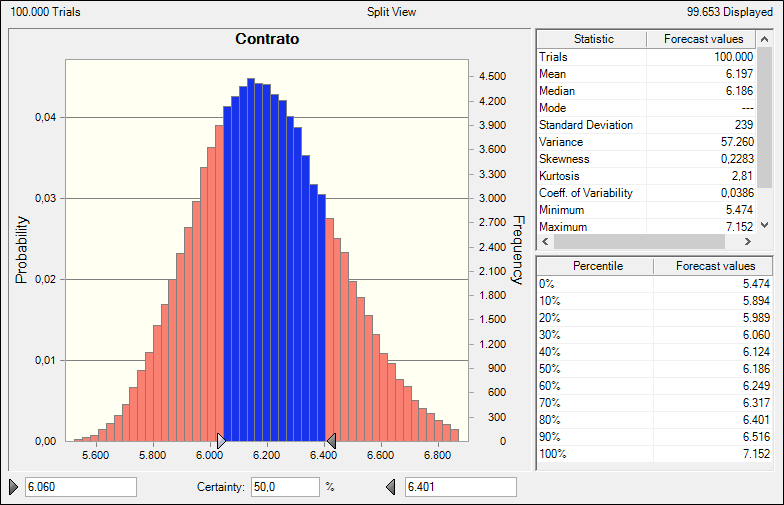
* 70% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 5.514 millones.
* 50% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 5.623 millones.
* 20% de probabilidades de que el Presupuesto de Oficina sea superior a U$S 5.810 millones.



1. **Tercer punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Presupuesto de Oficina al Monto de Contrato surge la siguiente información:

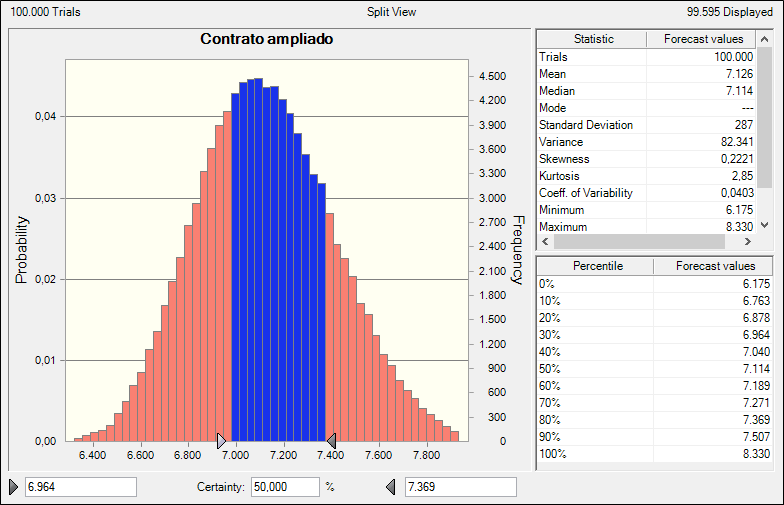
* 70% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 6.060 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 6.186 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Contrato sea superior a U$S 6.401 millones.



1. **Cuarto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Contrato al Monto de Contrato con Ampliaciones surge la siguiente información:

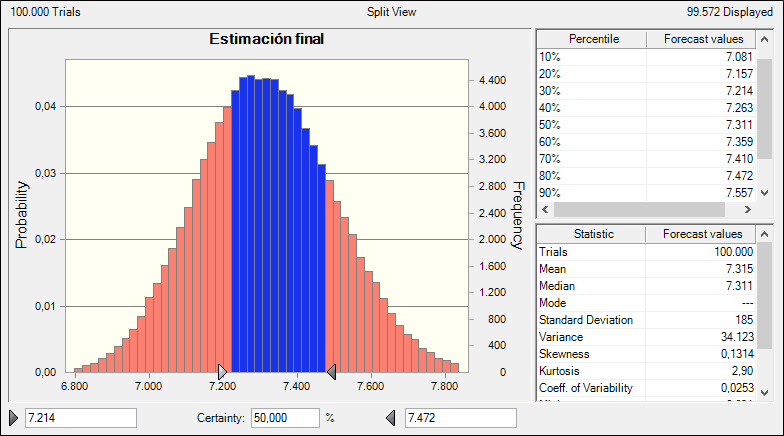
* 70% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 6.964 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 7.114 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto de Contrato con Ampliaciones sea superior a U$S 7.369 millones.



1. **Quinto punto de control**

Del histograma correspondiente al punto de control que estima el pasaje del Monto de Contrato Ampliado al Monto Final del Programa surge la siguiente información:

* 70% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 7.214 millones.
* 50% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 7.311 millones.
* 20% de probabilidades de que el Monto Final del Programa exceda U$S 7.472 millones.



1. **Distribución de los sobrecostos estimados**

Cada uno de los modelos, Variación por Contingencias y de Variación por Precios, aportan distintos valores al monto total de sobrecostos como se puede apreciar en la tabla siguiente:



1. **Cronograma estimado de desembolsos**

De acuerdo a los resultados obtenidos el cronograma de desembolsos para los percentiles 30, 50, 80 y 100 es el siguiente:



**Anexo 1:**

**ESTIMACIÓN Y PROYECCION PARAMÉTRICA DE COSTOS DE LA IM** Nicolas Fornasari y Virginia Queijo

La presente nota resume los principales aspectos metodológicos involucrados en la proyección del valor de la paramétrica de costo de obras de la Intendencia de Montevideo. En primer lugar, se definirán aquellas variables de mayor significancia estadística a la hora de explicar el comportamiento de dicha variable y que por tanto serán insumos del modelo seleccionado. Adicionalmente se establece el criterio de predicción asociado a cada una de ellas. Luego, se presentará el modelo utilizado para proyectar la paramétrica de costos y por último se presentan los resultados obtenidos.

1. **Variables explicativas**

A la hora de explicar la dinámica registrada por el valor de la paramétrica, tres variables destacan por su poder explicativo. Por un lado, se considera el Índice de Precios al Consumo (IPC) elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a fin de reflejar la evolución de los costos de la economía. También se utilizan el Índice Medio de Salarios de la Construcción (IMSC), buscando captar los costos en mano de obra asociados al sector, y el Tipo de Cambio Nominal (TCN) asociado principalmente a la compra de insumos importados.

Para la proyección del IPC y TCN se utilizan las proyecciones relevadas en las expectativas del Banco Centrad del Uruguay (BCU) con frecuencia mensual. Dichas publicaciones cuentan con predicciones a 1, 6, 12, 18 y 24 meses. Para las proyecciones a horizontes de más de dos años se supone una convergencia hacia los valores de equilibrio de largo plazo de las tasas de variación de ambas variables.

Por su parte, el IMSC presenta ciertas peculiaridades que deben ser consideradas a la hora de su modelización. A partir de la Cuarta Ronda (2010) del consejo de salarios, el sector de la construcción ha presentado una dinámica salarial que podría caracterizarse como relativamente constante, mostrando ajustes con frecuencia anual, concentrados principalmente en el mes de octubre. Dichos correctivos se han compuesto de la siguiente manera: correctivo por diferencia entre la inflación acumulada y la inflación proyectada en el año anterior (desde octubre de 2013 centro del rango meta del BCU – 5%), un incremento real estipulado previamente[[1]](#footnote-1) y finalmente un aumento por la inflación esperada para los próximos doce meses. Todas estas regularidades mencionadas permiten una estimación del indicador a parir de una consideración de tipo determinista, considerando que la frecuencia de los ajustes continúa con periodicidad anual y que los mismos continúan estando determinados por la diferencia entre inflación esperada y efectiva, aumentos reales e inflación proyectada.[[2]](#footnote-2)

1. **Modelización paramétrica.**

Para la estimación de la paramétrica de costos se estima una función de transferencia a través del método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), incluyendo como variables explicativas el IPC, TCN y el IMSC. El modelo estimado es el siguiente:

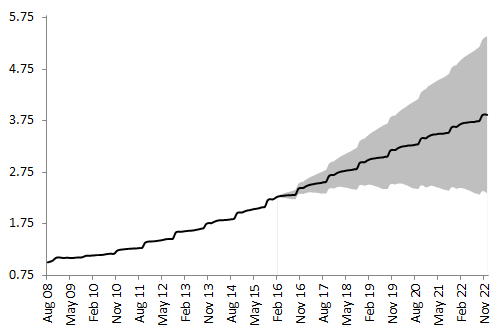
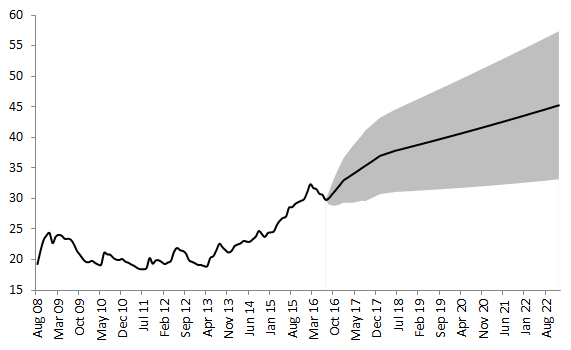


De dicha estimación resulta evidente el peso preponderante de los indicadores de precios y salarios a la hora de estimar y proyectar la variable de interés, evidenciando una elasticidad próxima al 40% en ambos casos. Adicionalmente se observa una influencia relevante del tipo de cambio, y se incorpora la misma variable rezagada un periodo capturando la estructura temporal restante. Por último se incluye una variable *Dummy* para tratar una observación de características atípicas en octubre de 2011.

Complementariamente a la proyección del valor medio de las series, se calculan los intervalos al 95% de confianza para dichas proyecciones. Para el cálculo de estos intervalos, se realizó un análisis empírico de los errores pasados de los modelos de predicción implementados, recogiéndose dicho comportamiento a través de la raíz del error cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en ingles) para cada uno de los pasos de predicción (desde 1 a 60 pasos).

1. **Presentación de resultados.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos del modelo presentado en la sección anterior. Dado que se cuenta con datos de la paramétrica de costos hasta febrero de 2016, los valores proyectados comprenden el periodo marzo2016-diciembre 2022, tal como se aprecia en los gráficos 1 y 2.

 ***Gráfico 1 – Paramétrica de costos Gráfico 2 – Tipo de Cambio Nominal***

1. Estos incrementos han sido determinados por distintos elementos, tales como el nivel de actividad del sector y la economía, así como la cantidad de cotizantes en el BPS.

   Por más información: <http://www.mtss.gub.uy/web/mtss/1-industria-e-instalaciones-de-la-construccion> [↑](#footnote-ref-1)
2. En setiembre de 2016 finaliza el convenio vigente, llevando a las partes a negociar nuevamente en el marco de la sexta Ronda de Negociación Colectiva. Esto permitiría, una vez concluidas dichas negociaciones, incorporar la nueva dinámica de ajustes al modelo de predicción, reduciendo la incertidumbre mayoritariamente a las proyecciones de inflación. Hasta entonces, se supone crecimientos reales mínimos en el marco del profundo deterioro que evidencia el sector de la construcción. [↑](#footnote-ref-2)