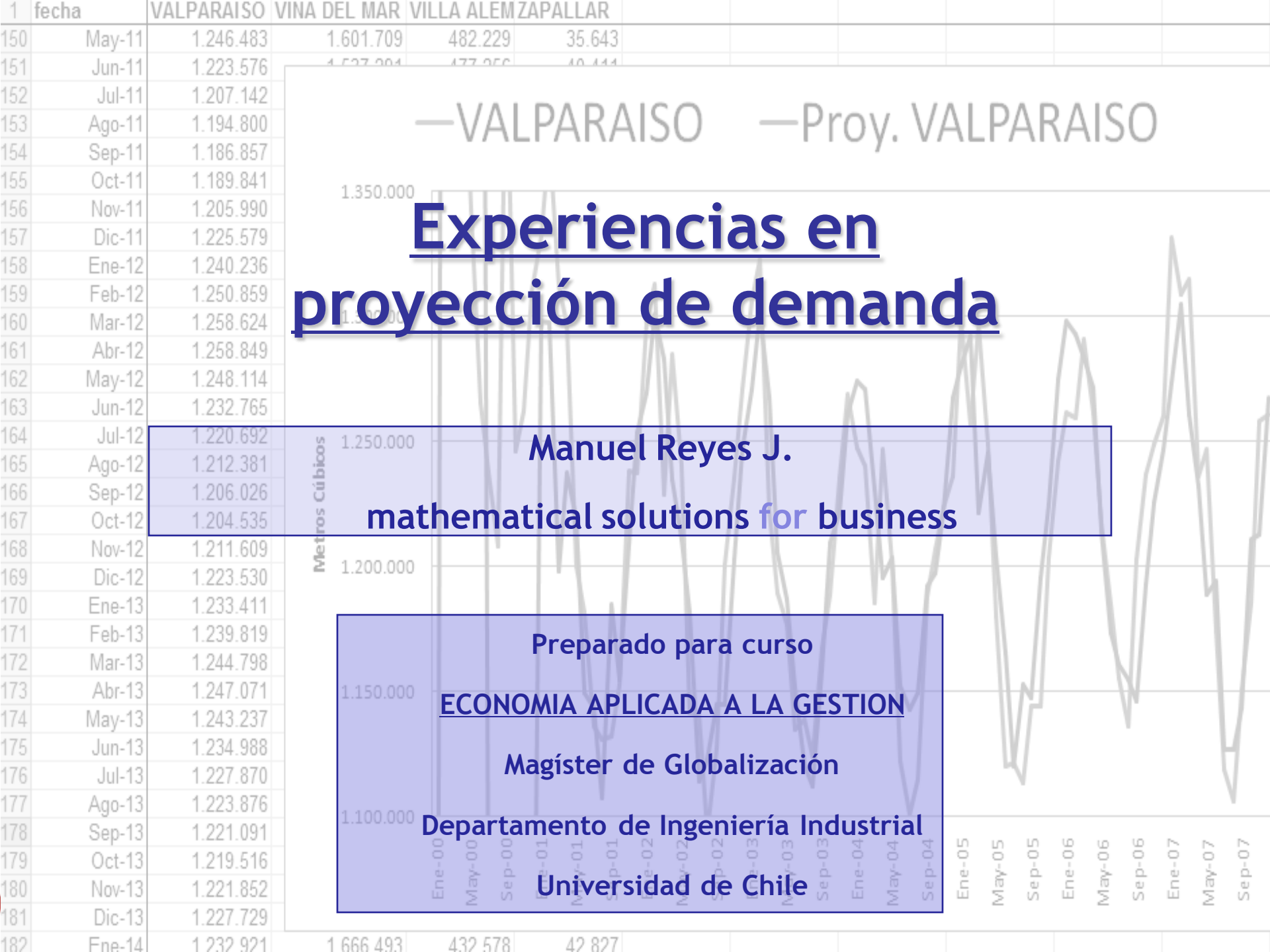




Experiencias en proyección de demanda

Manuel Reyes J.

mathematical solutions for business

Preparado para curso

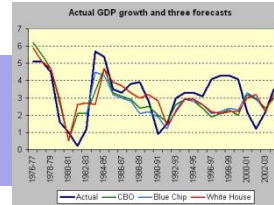
ECONOMIA APLICADA A LA GESTION

Magíster de Globalización

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de Chile

Presentación y Agenda



Manuel Reyes J.

Ingeniero Civil Matemático, casado, 2+ε hijos

Socio en ms4b: consultora de Modelación Matemática aplicada a problemas industriales y de negocio (Marketing, Operaciones, Finanzas)

Staff: ingenieros matemáticos, doctores en matemática.

Clientes y proyectos:

Chilectra: optimización recursos emergencias

CBB-Readymix: optimización RRHH

MTT-Fiscalización: métodos estadísticos.

Saesa: proyección demanda, planificación.

SISS: proyección demanda para 5FT

Movistar: elasticidad precio cruzada prepagos

Agenda

3 casos:

SISS: demanda agua

SAESA: demanda energía

Celulares Prepago: elasticidad precio

Metodologías

Regresiones lineales y curvas

Series de tiempo

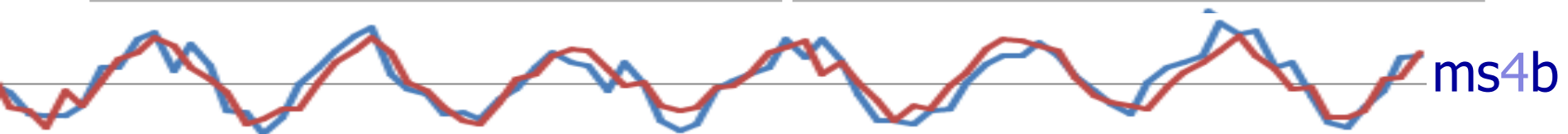
Softwares

Lo que no se vió...

BBDD gigantes, sucias, mal puestas

¿Problema de negocio?

Falta de Varianza



Caso 1: SISS 5FT



5FT (Quinta Fijación Tarifaria)

Problema: proyección de demanda AP 5 años.

Justificación: fija tarifa en función de...

Datos: mensuales desde 1999, por localidad.

Exógeno: economía, precios.

Herramientas utilizadas:

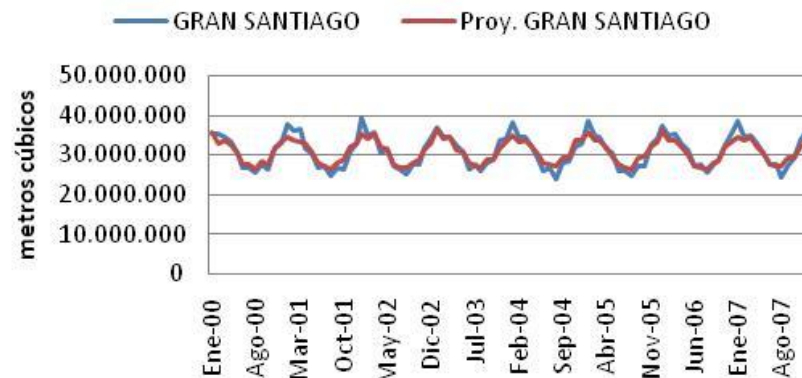
Enfoque técnico: ajustes anuales con modelos lineales u otras curvas (GDO).

Enfoque series de tiempo: ajuste mensual (AR), economía instrumental. Variante precio.

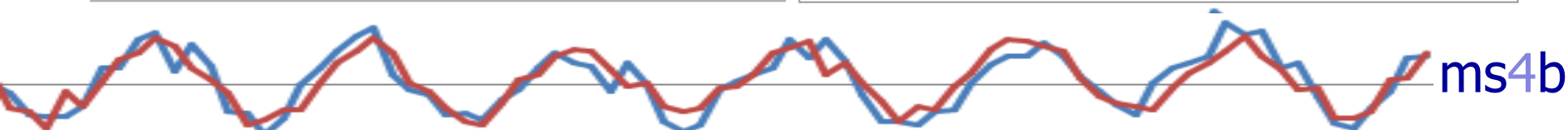
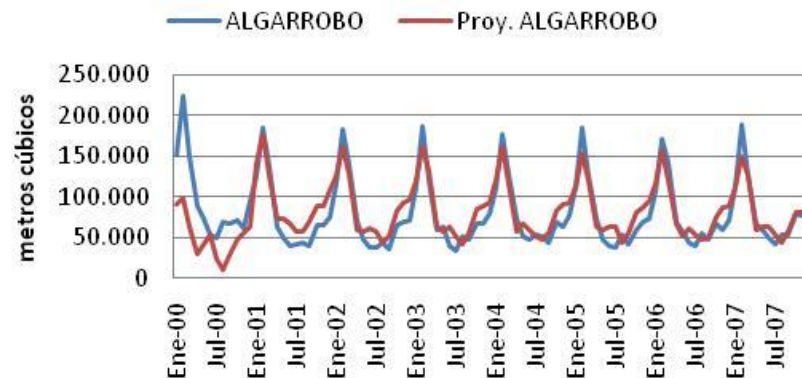
Robustez ARIMAX: pasa raíz unitaria, granger causado por economía (imacec, inacer V), R2 orden 70%, pasa test DW.

ARIMAX vs Enfoque Técnico: ligeramente inferior (por última derivada economía).

Proyección de la demanda



Proyección de la demanda



Caso 2: Saesa



Problema de Negocio: Planificación bianual

Problema investigación: proyección de demanda 2 años energía, energía vegetativa y potencia, por empresa, tarifa, sector, rubro y segmentación (sector x tarifa x rubro).

Justificación: planificar obras (líneas, subestaciones)

Datos: mensuales desde 2000, por cliente.

Exógeno: economía.

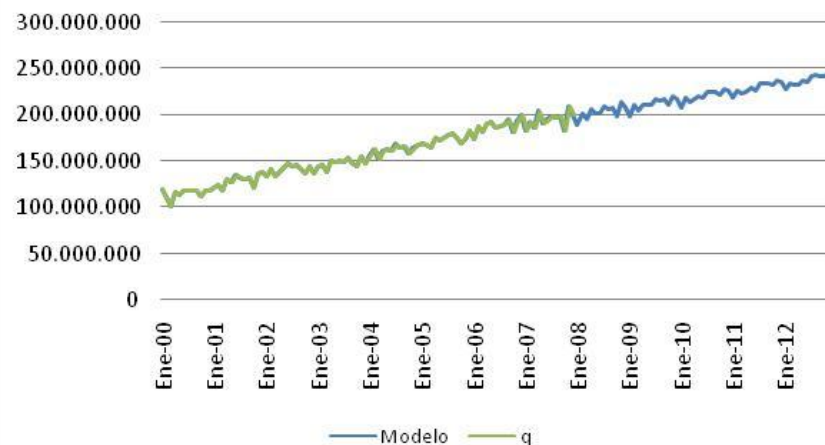
Herramientas utilizadas:

Series de tiempo: ajuste mensual (AR), economía instrumental. Ejemplo sencillo →

Robustez ARIMAX: pasa raíz unitaria, granger causado por economía (inacer IX), R2 orden 70%, pasa test DW.

Nota: suma de proyecciones coinciden con modelos de consumos agregados.

Demanda energía grupo Saesa



Included observations: 82 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4507153.	6017504.	0.749007	0.4561
INACER9(-3)	169237.0	87585.87	1.932241	0.0570
QTOTAL(-2)	0.249890	0.077739	3.214491	0.0019
QTOTAL(-12)	0.638389	0.078922	8.088806	0.0000
R-squared	0.961868	Mean dependent var		1.62E+08
Adjusted R-squared	0.960401	S.D. dependent var		22795415
S.E. of regression	4536179.	Akaike info criterion		33.54062
Sum squared resid	1.60E+15	Schwarz criterion		33.65802
Log likelihood	-1371.165	Hannan-Quinn criter.		33.58775
F-statistic	655.8337	Durbin-Watson stat		1.764126
Prob(F-statistic)	0.000000			

Caso 3: celulares prepago



Princing, stocking

Problema: predecir demanda próximos 2 meses en función del precio de los prepagos (propios y de la competencia).

Justificación: optimizar precio, promociones, definir stock.

Datos: diarios desde 2004, por equipo.

Exógeno: precio propio y de la parrilla.

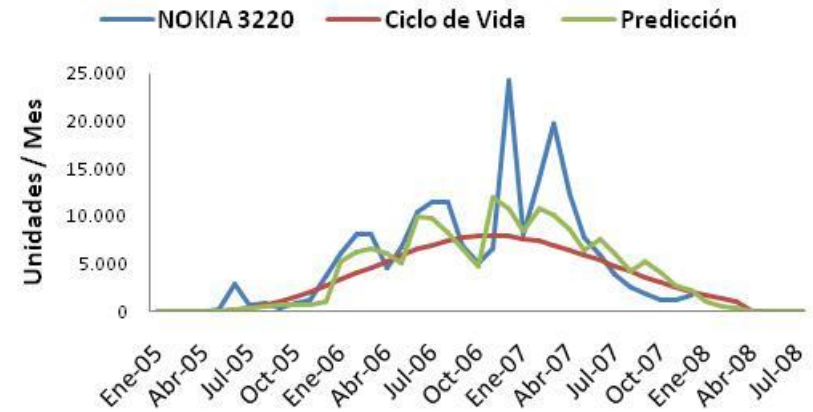
Herramientas utilizadas:

Series de tiempo: ¡¡no sirve!!

Ajuste modelo ad-hoc: estructura de ciclo de vida, subciclos y elasticidad precio cruzada.

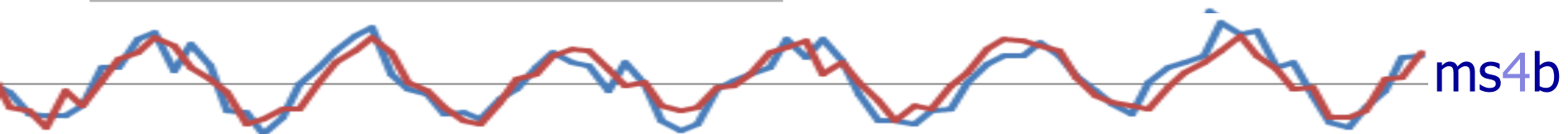
Nota: de este tema surgió proyecto de desarrollo de software y una memoria de ingeniero industrial en curso.

Predicción demanda prepago

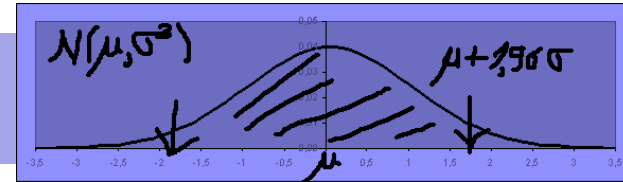


$$Q(t) = b_0 W_{j,k}^{ciclo}(t) W_{j',k'}^{subciclo}(t) E(\bar{p})$$

Donde $E(p)$ es la matriz de precio cruzada de la demanda, entre los equipos i y j . Eventualmente obtenida a través de una investigación de mercado ad-hoc (princing).



Metodologías



Regresiones lineales

Sencillas, a veces demasiado
Elasticidades
Evaluación: R^2 , test t, independencia predictores
Universalmente conocidas

Curvas Ad-hoc

Quizás más complejas
Eventualmente interpretables
Mejor ajuste

Series de tiempo

Más complejas
Interpretables
Responden a modelo (markov)

SOFTWARES



$$Q(t) = a_0 + a_1 t + a_2 P(t)$$

$$\log Q(t) = a_0 \text{Weibull}_{j,k}(t)$$

$$Q(t) = b_0 + b_1 Q(t-1) + b_2 Q(t-2) + b_3 P(t-1) + b_4 \text{IMACEC}(t-2)$$

Sugerencia suficiente



Sugerencia robusto
y claro



Sugerencia pro



Lo que no se vió...



BBDD (Bases de Datos)

Gigantes: 1 tera

Sucias: columnas corridas

Mal Puestas: clientes medidos mensualmente, otros bimensualmente, datos por columna en vez de por fila, clientes que cambian de sector,

¿Problema de negocio?

Datos diarios para objetivo mensual

Pocos datos, amplio futuro

Princing en vez de proyección

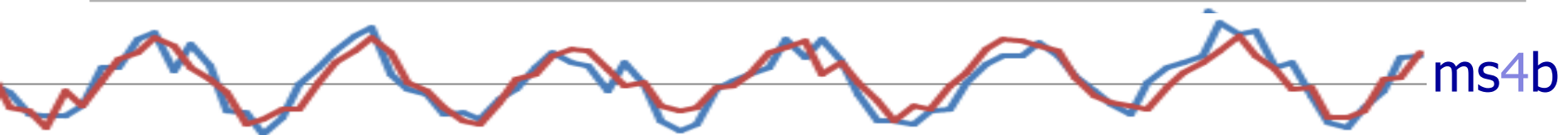
Falta de Varianza

Varianza = Información

Pocos datos => imposible ajustar

Pueden haber muchos datos, pero sin varianza

Pueden haber muchos datos, pero el problema de negocio tener una unidad temporal mayor.



Extra: demanda versus precio e inversión publicitaria

Demanda pasajes aéreos en función de tarifas, inversión publicitaria y otras variables exógenas.

$$\begin{aligned} Q_t = & \alpha_0 + \alpha_1 * TarifasemA + \alpha_2 * Tarifasemcomp + \alpha_3 * TarifasemSust + \alpha_4 * TarifaA1_t \\ & + \alpha_5 * TarifaA2_t + \alpha_6 * TarifaA3_t + \alpha_7 * TarifaA4_t + \alpha_8 * TarifaComp1_t + \alpha_9 \\ & * TarifaComp2_t + \alpha_{10} * TarifaComp3_t + \alpha_{11} * TarifaSust1_t + \alpha_{12} \\ & * TarifaSust2_t + \alpha_{13} * TarifaSust3_t + \alpha_{14} * acA1_t * TarifaA1_t + \alpha_{15} * acA2_t \\ & * TarifaA2_t + \alpha_{16} * acA3_t * TarifaA3_t + \alpha_{17} * acA4_t * TarifaA4_t + \alpha_{18} \\ & * acComp1_t * TarifaComp1_t + \alpha_{19} * acComp2_t * TarifaComp2_t + \alpha_{20} \\ & * acComp3_t * TarifaComp3_t + \alpha_{21} * acSust1_t * TarifaSust1_t + \alpha_{22} \\ & * acSust2_t * TarifaSust2_t + \alpha_{23} * acSust3_t * TarifaSust3_t + \alpha_{24} * acA1_t \\ & * TarifaA1_t * PubA_{t-1} + \alpha_{25} * acA2_t * TarifaA2_t * PubA_{t-1} + \alpha_{26} * acA3_t \\ & * TarifaA3_t * PubA_{t-1} + \alpha_{27} * acA4_t * TarifaA4_t * PubA_{t-1} + \alpha_{28} \\ & * acComp1_t * TarifaComp1_t * PubComp_{t-1} + \alpha_{29} * acComp2_t \\ & * TarifaComp2_t * PubComp_{t-1} + \alpha_{30} * acComp3_t * TarifaComp3_t \\ & * PubComp_{t-1} + \alpha_{31} * PubA_{t-1} + \alpha_{32} * PubComp_{t-1} + \alpha_{33} * PubA_{t-1}^2 + \alpha_{34} \\ & * PubComp_{t-1}^2 + \alpha_{35} * Dolar_t + \alpha_{36} * Feriados_t + \alpha_{37} * Vacaciones_t + \alpha_{38} \\ & * IPC_t + \alpha_{39} * Huracan_t + \varepsilon_t \end{aligned}$$

Memoria de Constanza Urzúa, Ingeniero Civil Industrial U.Chile, año 2008.

