



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Avance análisis costos medios cantonales para la convergencia regional

GABRIELA MARIA
GONZALEZ
MARTINEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
GABRIELA MARIA
GONZALEZ MARTINEZ
(FIRMA)
Fecha: 2020.10.20
07:25:12 -05'00'

Elaborador por
Gabriela González Martínez

MAURICIO LEON
GRANADOS
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
MAURICIO LEON GRANADOS
(FIRMA)
Fecha: 2020.09.21 11:07:42
-05'00'

Revisado y Aprobado por
Mauricio León Granados

Dirección de Gestión Tarifaria
Setiembre 2019

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
+506 2242-5000 * www.aya.go.cr
Pavas, San José, Costa Rica



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Eric Alonso Bogantes Cabezas**

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5090



Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

Firma: _____



Contenido

Contenido	2
Índice de cuadros	2
Índice de gráficos	2
1 Introducción.....	3
2 Antecedentes.....	3
3 Objetivos.....	4
4 Sistematización de datos.....	4
5 Análisis de Conglomerados	6
6 Costos Medios del primer semestre 2019 excluyendo algunas cuentas	8
6.1 Distribución de Cantonales según Eje de Costos.....	10
6.2 Análisis de Conglomerados	12
7 Costos Medios del primer semestre 2019 solo Servicios Personales	13
7.1 Distribución de Cantonales según Eje de Costos.....	15
7.2 Análisis de Conglomerados.....	17
8 Conclusiones.....	18

Índice de cuadros

Cuadro 1 Costos Medios, por cantonal y proceso, primer semestre 2019	8
Cuadro 2 Costos Medios, por cantonal y proceso (agregados), primer semestre 2019	9
Cuadro 3 Costos medios por cantonal y proceso, primer semestre 2019	13
Cuadro 4 Costos medios por cantonal y proceso (agregados), primer semestre 2019.....	14

Índice de gráficos

Gráfico 1 Distribución de Cantonales según eje de costos	10
Gráfico 2 Distribución de Cantonales según eje de Costos	11
Gráfico 3 Dendograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos).....	12
Gráfico 4 Distribución de cantonales según eje de costos	15
Gráfico 5 Distribución de cantonales según eje de costos	16
Gráfico 6 Dendograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos).....	17



1 Introducción

La disposición regulatoria contenida en la Resolución Tarifaria RE-0001-IA-2019, por tanto IX, solicita:

“El AyA deberá implementar medidas administrativas concretas, que permitan que los costos medios de las seis regiones, para cada uno de los servicios que ofrece converjan en lo que procede. Dicha convergencia debe estar cumplida a más tardar el 31 de diciembre de 2021 y debe partir de los estudios de los costos medios para los diferentes cantones asociados a cada región, según el formato que se presentó en el oficio GG-2015-01709 del 19 de octubre del 2015 y que comprende para acueductos y alcantarillados

1. Los Costos de Comercialización (facturación, cobro y conexiones).
2. Los Costos de Captación, Conducción, Potabilización y Distribución.
3. Los Costos de Recolección, Alcantarillado y Tratamiento...”

Lo anterior considerando la desviación de los costos medios con base en los sistemas de acueducto y alcantarillado de cada región que presenten el menor costo medio operativo y no el promedio general.

De acuerdo con el plan ya propuesto, el AyA a través de la Comisión creada para dar seguimiento a la convergencia de costos entre regiones, deberá informar semestralmente (30 de setiembre y 31 de marzo) cualitativa y cuantitativamente sobre las metas y los resultados del Programa “Reducción del Agua no Contabilizada” RANC y “Eficiencia Energética” EE.

2 Antecedentes

En el marco de la Comisión del AyA, creada por la Gerencia General y cuyos integrantes son los Sub Gerentes GAM y Periféricos, Unidad Ejecutora RANC y la Dirección de Gestión



Tarifaria, se procedió a recopilar y analizar información de costos de aproximadamente 40 oficinas cantonales.

El análisis se centró en los costos medios por oficina y desagregados por subproceso operativo. Los resultados se expusieron a la Comisión en varias oportunidades, la cual ordenaba ampliaciones y/o solicitaba considerar diferentes opciones de análisis.

3 Objetivos

Cumplir con el Por Tanto IX de la Resolución RE-0001-IA-2019

4 Sistematización de datos

Los costos utilizados corresponden a los costos directos de la Institución, ya que éstos son los involucrados directamente con los aspectos operativos y sustantivos de cada una de las cantonales.

Dichos costos son extraídos del Reporte de Contabilidad de Costos, en este caso para el primer semestre del año 2019. El reporte permite filtrar tanto a nivel regional como cantonal y por cada uno de los procesos involucrados en la actividad de acueducto: captación, potabilización, conducción, distribución, comercial y conexos.

La información de costos es presentada de dos formas.

1- Costos totales excluyendo algunas cuentas, siendo las cuentas excluidas las siguientes:

- *Electricidad*: Este costo se considera no comparable por cuanto la topografía de las distintas cantonales -entre otras condiciones operativas- demanda un mayor bombeo, lo que afecta considerablemente el costo de la electricidad utilizada.
- *Productos químicos*: Este rubro corresponde a las actividades necesarias para tratar el agua cruda y potabilizarla; se considera no comparable por cuanto los costos de potabilización dependen de la calidad del agua cruda y de los sistemas de



potabilización empleados en cada caso.

- *Servicios personales*: salarios, cuotas obrero- patronales, prestaciones legales. No se considera debido a que las actividades propias del AyA son intensivas en mano de obra, y que cada región y cantonal -de acuerdo a sus particularidades operativas y administrativas- demanda distintos niveles de este insumo.
- *Otros*: incluye depreciación, gastos financieros, transferencias a personas y a entidades públicas. Son costos que no se derivan, ni son resultado de manera directa, del proceso operativo productivo.



2- Costos solo de servicios personales (públicos salarios, cuotas obrero-patronales, prestaciones legales)

En ambos casos los costos se dividen entre los metros cúbicos facturados de cada una de las cantonales para así llegar al costo medio para cada uno de los procesos.

5 Análisis de Conglomerados

A los costos medios del primer semestre del 2019, para cada uno de los procesos en cada cantonal, se les aplicó un análisis de conglomerados.

El *Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis)* es una técnica estadística cuyo objetivo es agrupar elementos tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos. Como tal, tiene una importante tradición de aplicación en muchas áreas de investigación.

Es una técnica de carácter descriptiva (y por lo tanto no inferencial, para obtener inferencias se tendrían que usar los llamados modelos de mezcla finitas los cuales, como es natural, hacen una serie de supuestos que nuestros datos no soportan), está basada en criterios geométricos y se utiliza fundamentalmente en las fases exploratorias de una investigación.

Situación Formal: se tiene un número determinado de elementos (ejemplos de elementos posibles: personas, instituciones, productos, cantonales) cada uno de los cuales es descrito en términos de algunas características o variables. El número total de elementos se denota con la letra m , el número total de variables con la letra p

Objetivo Formal: con base en las p características o variables obtener una agrupación de los m elementos en k grupos ($k \ll m$).

En términos geométricos los datos se conceptúan como m vectores cada uno con p coordenadas.



Se simbolizan:

x11 Valor del primer elemento en la primera característica o variable

x12 Valor del primer elemento en la segunda característica o variable

x1p Valor del primer elemento en la p-ésima característica o variable

Análogamente para los restantes elementos (del 2 al m).

En la práctica las etapas de un análisis de conglomerados son las siguientes:

- 1) Elección de las variables o características: la solución depende de las variables utilizadas, la adición o exclusión de variables relevantes tiene un impacto substancial sobre los conglomerados resultantes (los grupos obtenidos).
- 2) Elección de la *métrica* o *función*: existen varias medidas alternativas para medir la distancia entre los vectores de variables. Nótese que, en consonancia con el sentido geométrico del análisis, el análisis de conglomerados utiliza una *métrica* o *función* de “distancia” entre dichos vectores (si el contexto es predominantemente cualitativo se suele llamar medida de “similitud”)
- 3) Elección de la técnica u algoritmo para la formación de conglomerados: existen varios algoritmos alternativos para la formación de conglomerados. Dichos algoritmos pueden ser de dos tipos:
 - *Algoritmos de Partición*: se inicia con el conjunto total de elementos y en sucesivos pasos se va subdividiendo dicho conjunto.
 - *Algoritmos Aglomerativos*: parte con una situación en que cada elemento forma un conglomerado y en sucesivos pasos se van uniendo elementos para formar nuevos conglomerados.

La literatura técnica sobre los puntos 2 y 3 es abundante y de fácil acceso.

6 Costos Medios del primer semestre 2019 excluyendo algunas cuentas

El siguiente cuadro contiene los costos medios del primer semestre del 2019 de cada cantonal y proceso.

Cuadro 1 Costos Medios, por cantonal y proceso, primer semestre 2019

	Captación	Potabilización	Conducción	Distribución	Comercial	Conexos
ACOSTA	4.03	35.66	20.90	162.91	139.03	2.13
ALAJUELA	14.76	2.41	6.40	35.35	12.52	5.48
ATENAS	8.71	6.72	21.38	80.98	17.81	2.84
BAGACES	158.70	35.56	5.46	44.54	43.11	3.46
BUENOS AIRES	7.59	12.23	11.15	43.35	40.94	22.73
Cañas	78.41	14.01	30.48	42.53	16.37	2.10
CIUDAD CORTES	11.11	31.06	2.40	122.93	110.81	3.43
CIUDAD NEILLY	14.74	6.04	9.53	87.04	53.89	18.19
COBANO	72.57	1.27	13.62	52.96	31.21	7.91
EL COCO	40.30	1.77	30.10	53.12	45.64	1.70
ESPARZA	40.55	2.06	3.83	48.02	8.37	4.57
FILADELFIA	52.70	1.51	2.06	21.46	25.43	4.80
GUACIMO	6.66	6.00	12.32	31.06	14.11	27.91
JACO	93.00	13.15	6.41	57.56	34.87	2.54
LA CRUZ	125.88	2.40	64.08	97.65	11.42	2.29
LIBERIA	86.48	16.30	21.03	39.87	12.66	1.50
LIMON	39.44	17.46	9.50	66.00	9.57	11.37
LOS CHILES	23.29	45.83	2.29	247.34	116.03	5.61
MATINA	15.79	6.89	19.81	57.18	25.67	5.57
NICOYA	63.28	6.86	9.02	41.26	38.37	2.84
PALMARES	8.31	1.07	2.87	29.77	30.06	9.28
PAPAGAYO	280.87	1.51	125.90	108.05	4.08	1.04
PARRITA	12.83	1.14	14.96	36.01	119.60	1.39
POCOCI	5.33	1.63	7.15	31.44	7.63	16.06
PUNTARENAS	19.55	19.05	5.86	46.60	17.37	3.95
QUEPOS	18.30	1.07	3.90	41.60	20.03	3.37
RIO CLARO	18.69	10.84	11.57	98.99	67.48	15.01
SAN ISIDRO	5.80	4.13	8.09	51.46	17.94	10.09
SAN MATEO	29.14	3.94	5.21	99.30	11.95	0.91
SAN RAMON	16.36	8.32	6.83	55.49	11.77	11.71
SAN VITO	4.23	1.93	4.38	66.33	55.40	8.96
SANTA CRUZ	124.62	5.90	37.82	67.66	30.67	2.26
SIQUIRRES	11.78	12.59	10.22	80.51	23.80	6.66
TILARAN	476.28	9.55	25.21	59.10	52.87	1.11
TURRUBARES	25.04	5.98	36.62	207.10	192.76	10.07

Fuente: elaboración propia con base en el reporte de contabilidad de costos



Debido a la variabilidad presente en los datos de costos se procedió a agregar algunos procesos. Específicamente se realizaron las siguientes agregaciones: *Captación-Potabilización, Conducción-Distribución, Comercial y Conexos*

Con dichas agregaciones se obtiene el siguiente cuadro de costos medios.

Cuadro 2 Costos Medios, por cantonal y proceso (agregados), primer semestre 2019

	CAPTAYPOTA	CONDUYDISTR	COMERC
ACOSTA	39.69	183.81	141.17
ALAJUELA	17.17	41.74	18.00
ATENAS	15.43	102.37	20.65
BAGACES	194.26	50.00	46.56
BUENOS AIRES	19.81	54.50	63.66
Cañas	92.43	73.01	18.47
CIUDAD CORTES	42.17	125.34	114.25
CIUDAD NEILLY	20.78	96.57	72.08
COBANO	73.84	66.57	39.13
EL COCO	42.07	83.22	47.34
ESPARZA	42.62	51.85	12.94
FILADELFIA	54.21	23.53	30.23
GUACIMO	12.66	43.38	42.03
JACO	106.15	63.97	37.41
LA CRUZ	128.28	161.73	13.71
LIBERIA	102.78	60.90	14.16
LIMON	56.90	75.50	20.94
LOS CHILES	69.11	249.63	121.63
MATINA	22.67	76.99	31.24
NICOYA	70.13	50.27	41.21
PALMARES	9.39	32.64	39.34
PAPAGAYO	282.38	233.95	5.12
PARRITA	13.97	50.97	120.99
POCOCI	6.96	38.59	23.69
PUNTARENAS	38.59	52.47	21.32
QUEPOS	19.37	45.50	23.39
RIO CLARO	29.53	110.55	82.48
SAN ISIDRO	9.94	59.55	28.04
SAN MATEO	33.08	104.51	12.85
SAN RAMON	24.67	62.32	23.47
SAN VITO	6.15	70.70	64.36
SANTA CRUZ	130.52	105.48	32.93
SIQUIRRES	24.37	90.74	30.46
TILARAN	485.84	84.30	53.98
TURRUBARES	31.02	243.72	202.83

Fuente: elaboración propia con base en el Cuadro 1

Con los datos del Cuadro 2 se realizó el análisis de conglomerados (corriendo el procedimiento en el software SPSS v.25, se adjuntan archivo de datos y archivo de salidas).

6.1 Distribución de Cantonales según Eje de Costos

Las agrupaciones *Captación-Potabilización* y *Conducción-Distribución* se pueden utilizar como Eje de Costos y plotear las cantonales según dichos ejes, dando como resultado el siguiente plano de dispersión.

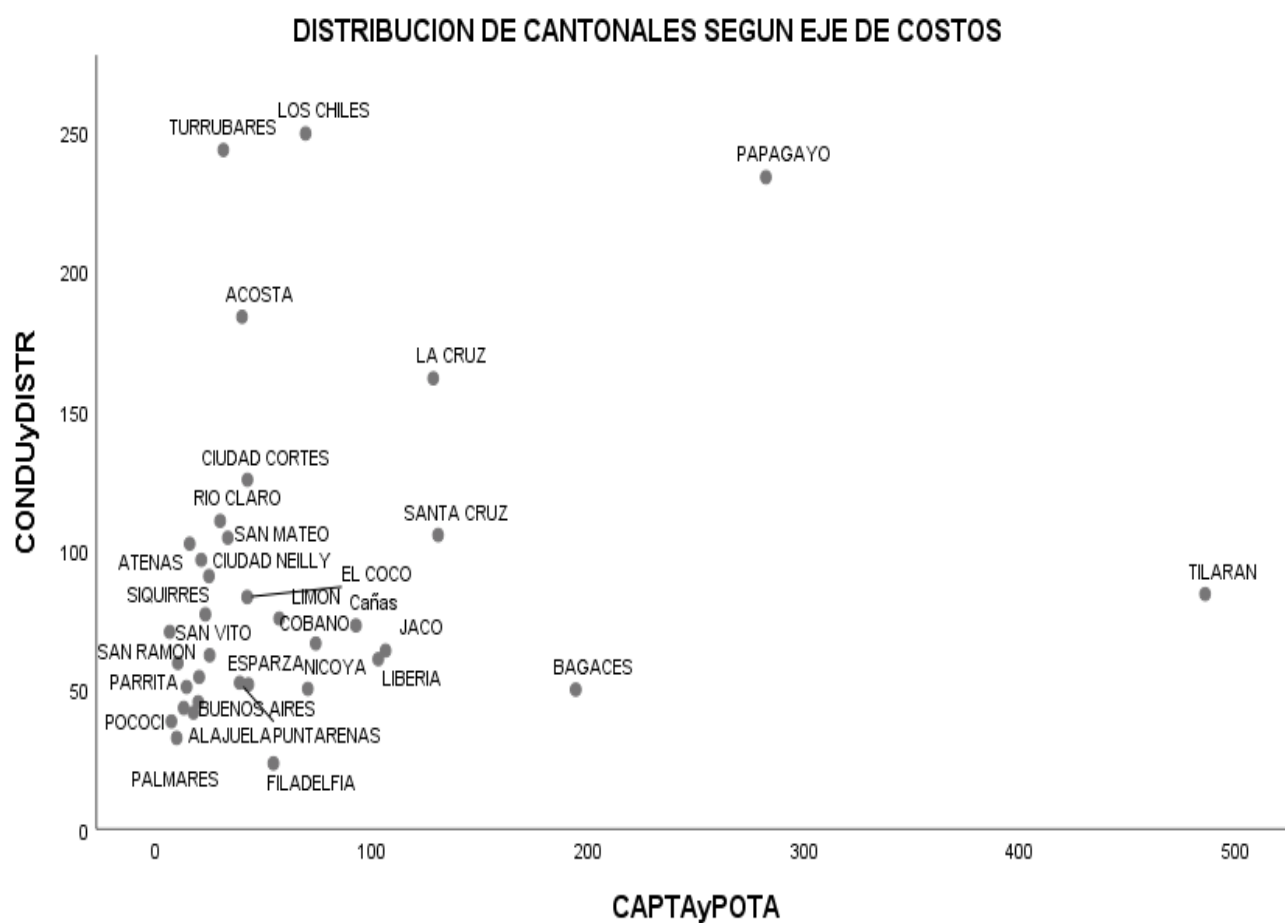


Gráfico 1 Distribución de Cantonales según eje de costos

Si agregamos un tercer eje de costos, definido por la agrupación *Comercial y Conexos* y denotado *Comercial* para brevedad, obtenemos el siguiente cubo de dispersión. El tercer eje de costos dota de profundidad al plano anterior.

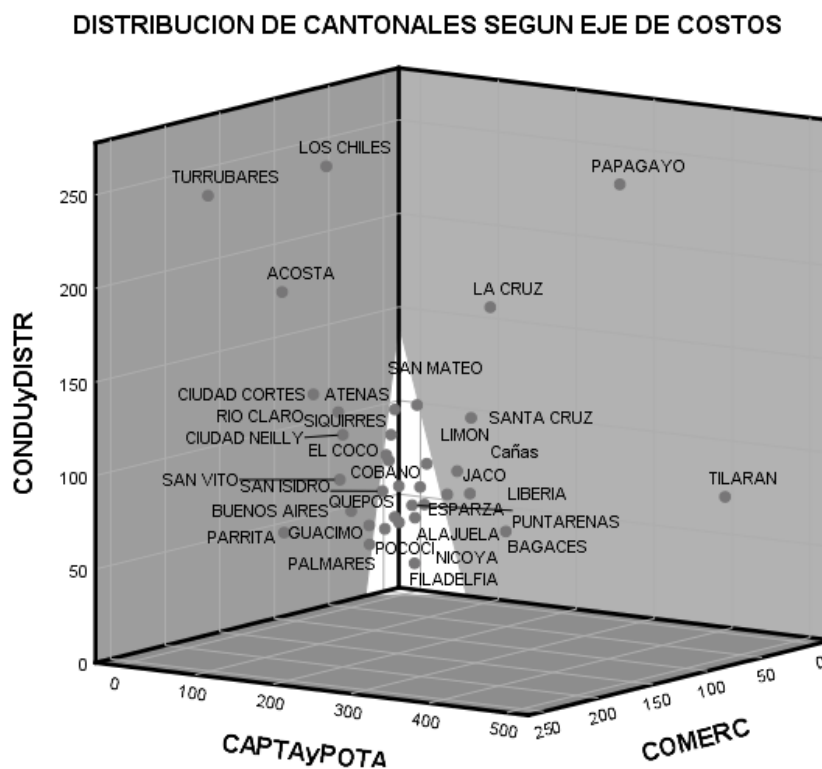


Gráfico 2 Distribución de Cantones según eje de Costos

6.2 Análisis de Conglomerados

La forma más suscinta de mostrar los resultados de un análisis de conglomerados es mediante el gráfico denominado Dendrograma, el cual se muestra a continuación.

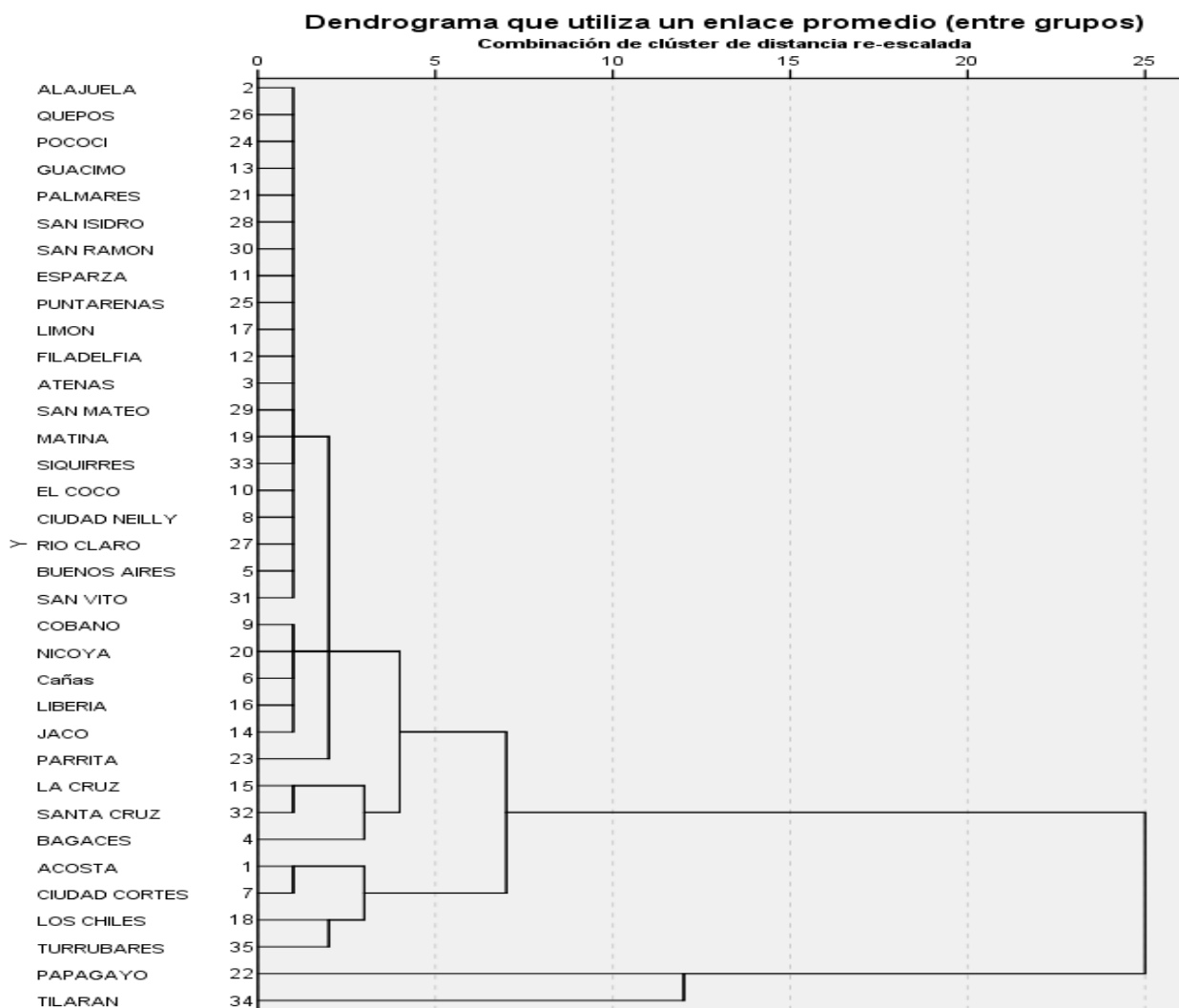


Gráfico 3 Dendrograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos)

7 Costos Medios del primer semestre 2019 solo Servicios Personales

El siguiente cuadro contiene los costos medios del primer semestre del 2019 de cada cantonal y proceso.

Cuadro 3 Costos medios por cantonal y proceso, primer semestre 2019

	Captación	Potabilización	Conducción	Distribución	Comercial	Conexos
ACOSTA	0.22	91.37	14.61	46.18	17.86	0.21
ALAJUELA	6.38	1.11	2.49	15.78	11.64	0.09
ATENAS	1.44	4.45	12.90	32.21	27.23	0.24
BAGACES	8.60	21.88	0.96	14.53	20.55	0.17
BUENOS AIRES	4.87	16.00	11.62	33.96	22.98	3.06
CAÑAS	12.23	6.19	3.98	18.14	20.50	1.83
CIUDAD CORTES	6.17	20.73	4.90	81.18	22.94	7.55
CIUDAD NEILLY	3.32	9.75	5.80	64.72	27.60	11.23
COBANO	24.33	0.23	14.57	8.93	12.31	1.95
EL COCO	16.94	0.21	3.17	32.13	19.59	0.19
ESPARZA	23.32	3.59	3.83	12.73	13.50	4.00
FILADELFIA	19.24	0.40	0.63	11.72	12.22	0.11
GUACIMO	1.60	0.90	11.29	16.90	7.87	3.48
JACO	9.88	6.50	7.04	13.54	13.02	2.26
LA CRUZ	13.84	0.37	7.44	14.60	16.72	0.20
LIBERIA	8.31	7.73	2.82	14.65	16.78	0.10
LIMON	10.75	14.04	8.46	19.91	9.84	4.33
LOS CHILES	7.72	69.42	0.62	47.96	28.15	0.34
MATINA	5.06	0.55	11.77	20.54	23.63	3.75
NICOYA	29.73	3.36	4.25	17.15	31.50	0.25
PALMARES	9.23	0.18	2.73	12.98	19.35	0.18
PAPAGAYO	26.77	0.07	12.23	7.15	2.48	0.03
PARRITA	7.95	0.50	32.54	20.76	22.76	9.69
POCOCI	0.35	0.11	5.90	12.67	7.94	1.93
PUNTARENAS	11.12	8.28	9.97	14.30	19.56	5.98
QUEPOS	7.28	0.02	2.70	5.38	9.46	3.48
RIO CLARO	5.97	7.33	6.16	29.73	19.98	8.62
SAN ISIDRO	2.20	4.45	6.59	28.23	16.78	1.39
SAN MATEO	17.81	3.91	13.17	18.76	10.39	2.68
SAN RAMON	17.21	8.33	5.49	12.74	14.21	0.19
SAN VITO	0.10	0.69	3.43	37.01	30.89	2.36
SANTA CRUZ	28.38	4.14	3.29	23.59	30.83	0.18
SIQUIRRES	5.22	12.50	10.25	16.98	11.17	1.53
TILARAN	22.57	11.69	1.24	28.87	21.22	0.51
TURRUBARES	1.75	5.45	30.50	96.37	18.35	0.22

Fuente: elaboración propia con base en el reporte de contabilidad de costos

Debido a la variabilidad presente en los datos de costos se procedió a agregar algunos procesos. Específicamente se realizaron las siguientes agregaciones: *Captación-Potabilización, Conducción-Distribución, Comercial y Conexos*

Con dichas agregaciones se obtiene el siguiente cuadro de costos medios.

Cuadro 4 Costos medios por cantonal y proceso (agregados), primer semestre 2019

	CAPTAYPOTA	CONDUYDISTR	COMERC
ACOSTA	91.58	60.79	18.07
ALAJUELA	7.48	18.26	11.73
ATENAS	5.89	45.11	27.47
BAGACES	30.48	15.49	20.71
BUENOS AIRES	20.87	45.59	26.04
CAÑAS	18.42	22.12	22.33
CIUDAD CORTES	26.90	86.08	30.49
CIUDAD NEILLY	13.08	70.52	38.83
COBANO	24.56	23.50	14.26
EL COCO	17.15	35.30	19.77
ESPARZA	26.91	16.55	17.50
FILADELFIA	19.64	12.35	12.33
GUACIMO	2.49	28.19	11.35
JACO	16.38	20.58	15.28
LA CRUZ	14.20	22.04	16.92
LIBERIA	16.04	17.47	16.88
LIMON	24.79	28.37	14.16
LOS CHILES	77.15	48.58	28.48
MATINA	5.60	32.31	27.39
NICOYA	33.09	21.40	31.74
PALMARES	9.42	15.71	19.54
PAPAGAYO	26.84	19.38	2.51
PARRITA	8.45	53.31	32.44
POCOCI	0.46	18.57	9.87
PUNTARENAS	19.40	24.27	25.55
QUEPOS	7.30	8.08	12.94
RIO CLARO	13.30	35.90	28.60
SAN ISIDRO	6.64	34.82	18.17
SAN MATEO	21.72	31.92	13.07
SAN RAMON	25.55	18.23	14.39
SAN VITO	0.78	40.44	33.25
SANTA CRUZ	32.52	26.88	31.02
SIQUIRRES	17.73	27.23	12.70
TILARAN	34.26	30.11	21.73
TURRUBARES	7.21	126.88	18.57

Fuente: elaboración propia con base en el Cuadro 3

Con los datos del Cuadro 4 se realizó el análisis de conglomerados (corriendo el procedimiento en el software SPSS v.25, se adjuntan archivo de datos y archivo de salidas)

7.1 Distribución de Cantonales según Eje de Costos

Las agrupaciones *Captación-Potabilización* y *Conducción-Distribución* se pueden utilizar como Eje de Costos y plotear las cantonales según dichos ejes, dando como resultado el siguiente plano de dispersión.

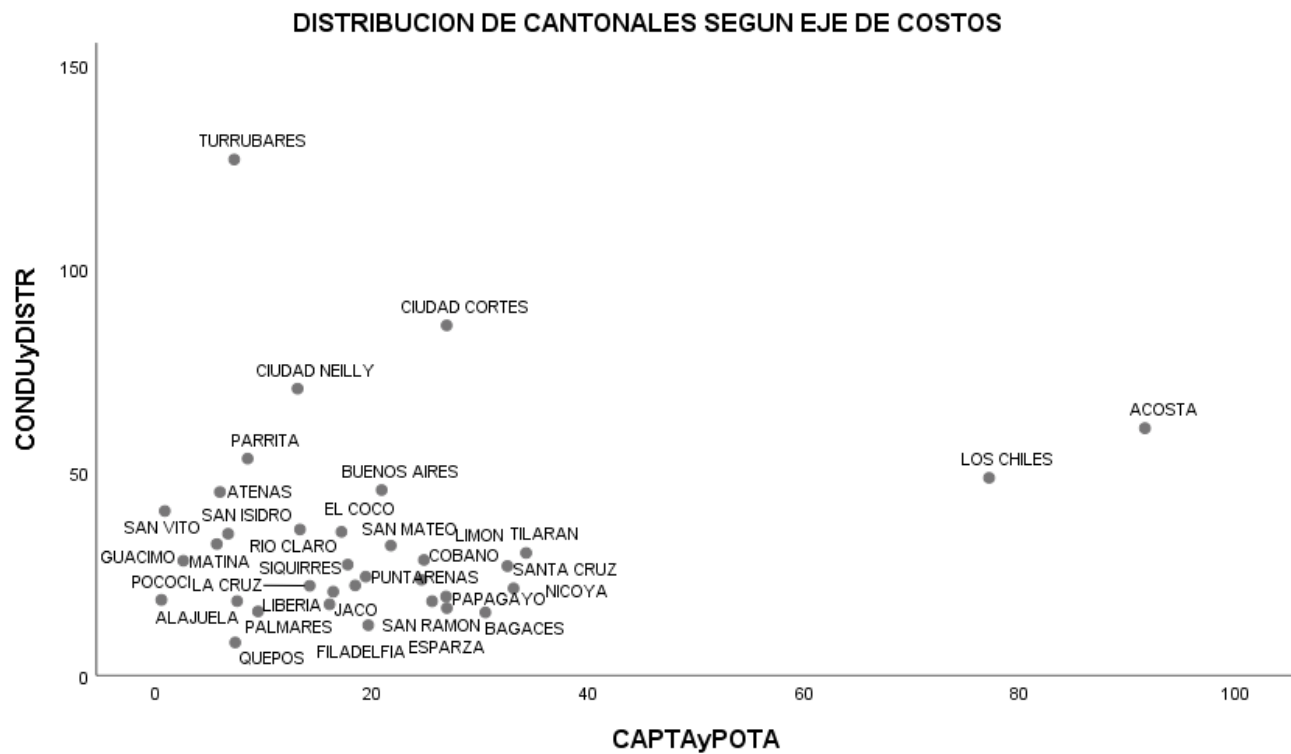


Gráfico 4 Distribución de cantonales según eje de costos

Si agregamos un tercer eje de costos, definido por la agrupación *Medición-Facturación-Cobro-Conexiones* y denotado *Comercial* para brevedad, obtenemos el siguiente cubo de dispersión. El tercer eje de costos dota de profundidad al plano anterior.

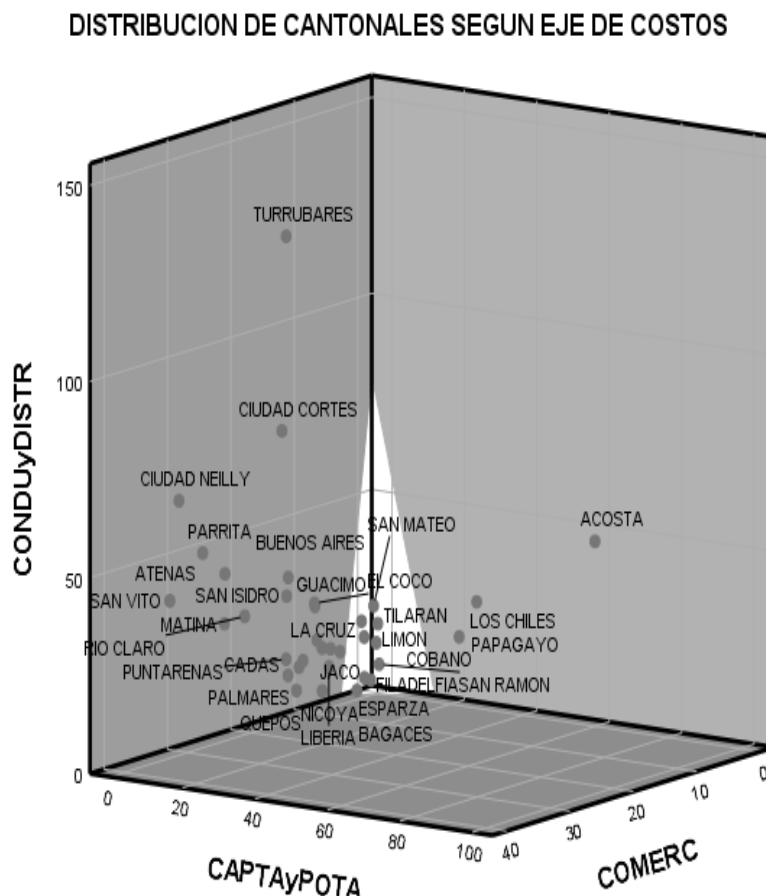


Gráfico 5 Distribución de cantonales según eje de costos

7.2 Análisis de Conglomerados

La forma más sucinta de mostrar los resultados de un análisis de conglomerados (ver metodología en sección correspondiente) es mediante el denominado Dendrograma, el cual se muestra a continuación.

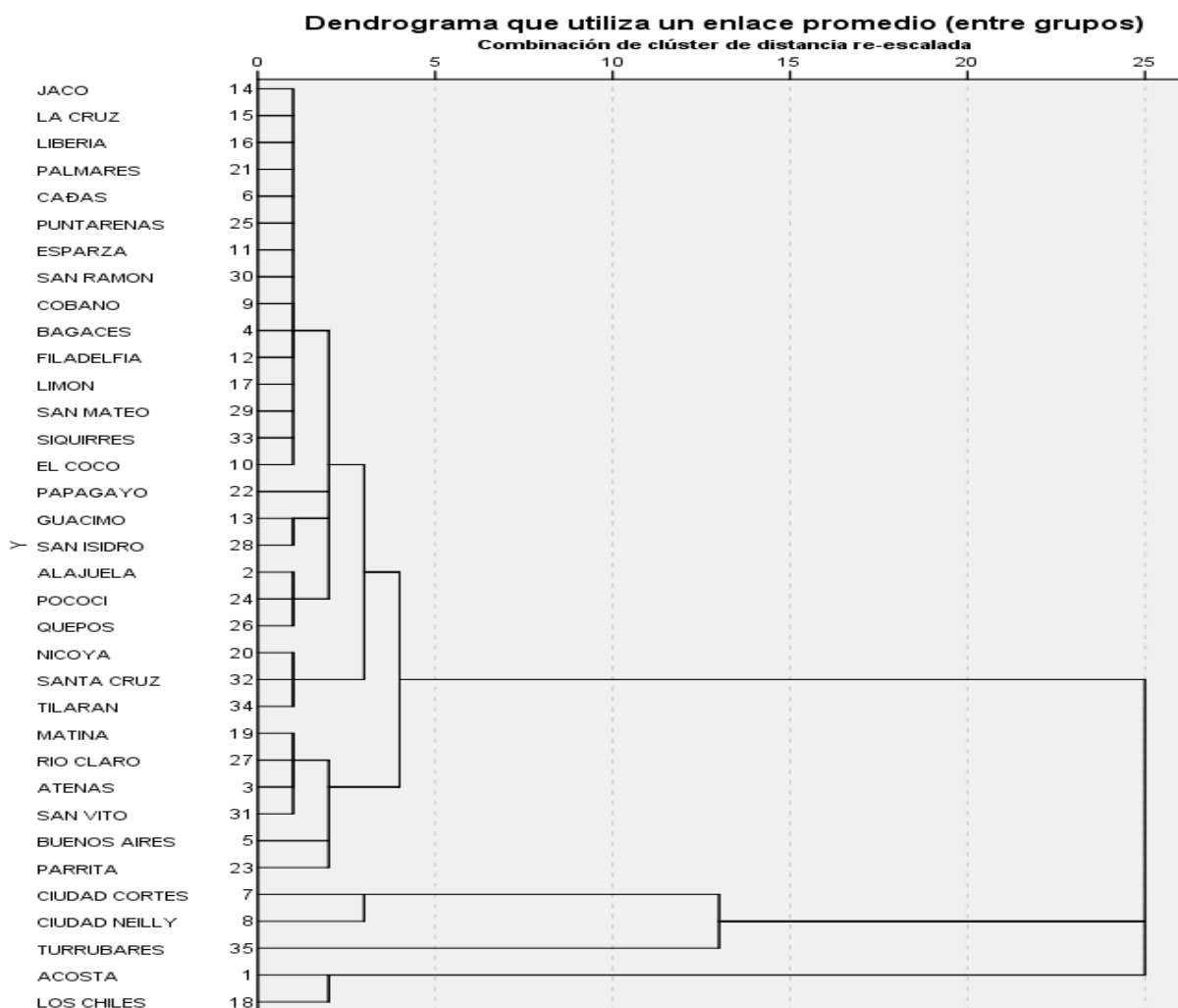


Gráfico 6 Dendrograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos)



8 Conclusiones

De la observación de los gráficos con 2 y 3 dimensiones de costos, y de la observación del dendrograma, tanto en el caso de *costos totales excluyendo algunas cuentas*, como en el caso de *solo costos de servicios personales*, destacan una serie de oficinas cantonales las cuales se listan a continuación y para las cuales se sugiere profundizar el análisis.

Turrubares

Los Chiles

Papagayo

Tilarán

Acosta

La Cruz

Ciudad Cortés

Alajuela (se incluye como contraste)

Palmares (se incluye como contraste)

Dichas oficinas son las que se separan del núcleo de datos en los gráficos con 2 y 3 dimensiones de costos y son clasificadas en conglomerados cercanos en el dendrograma.

Se recomienda profundizar el análisis con visitas in situ y utilizando métricas adicionales de costos.