

Análisis comparativo de localizaciones.
Brown-Gibson, ELECTRE y AHP
Gestión de las Organizaciones y el Conocimiento Organizacional

Mavolo, Luca ; Xodo, Daniel*

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Trenque Lauquen,
GESTADII (Grupo de Estudio sobre Técnicas de Decisión en Ingeniería Industrial)

Racedo y Avellaneda-Trenque Lauquen

*UNCPBA

Campus Universitario - Tandil

"lucamavolo@gmail.com- daniel.xodo@gmail.com"

RESUMEN.

Uno de los problemas centrales de los proyectos de inversión es elegir la localización apropiada en relación a los factores que afectan al emprendimiento. Diversos métodos son utilizados para el análisis pero con frecuencia la decisión suele tener un sesgo, a veces involuntario, otorgado por los analistas. El método de Brown Gibson (método sinérgico) combina factores objetivos y subjetivos para decidir la elección ponderando positivamente la elección. El método AHP enfatiza la participación diferencial relativa de los conceptos utilizados para la selección, permitiendo ponderar en relación a estas diferencias mediante el juicio mediante comparaciones pareadas que utilizan una escala previamente definida para decidir la preferencia del evaluador.

Por su parte, el método ELECTRE (*EL*imination *Et* *Choix Traduisant la RE*alité) construye también varias matrices a partir de la matriz decisional normalizada y ponderada, matrices de discordancia y concordancia sobre las cuales son calculadas las relaciones de dominancia concordante y dominancia discordante.

Dada la relevancia que la localización tiene en la decisión de un proyecto de inversión se procura detectar las diferencias probables entre las ponderaciones establecidas por los distintos métodos y su influencia en la determinación de su calidad como inversión rentable.

Palabras Claves: Localización. Brown - Gibson. AHP. ELECTRE.

ABSTRACT

One of the central problems of investment projects is to choose the appropriate location in relation to the factors that affect entrepreneurship. Various methods are used for analysis but often the decision can be biased, sometimes involuntary, awarded by analysts. The method of Brown Gibson (synergistic method) combines objective and subjective factors in deciding the election positively pondering the election. The AHP method emphasizes the differential relative share of the concepts used for the selection, allowing weighting in relation to these differences through trial by pairwise comparisons using a predefined scale to determine the preference of the evaluator.

For its part, the ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant the Realite) method also built several matrices from the normalized and weighted decisional matrix arrays of disagreement and agreement on which they are calculated consistent dominance relationships and discordant dominance.

Given the importance that the location is in the decision of an investment project seeks to detect possible differences between the weights set by the different methods and their influence on the determination of its quality and profitable investment.

Keywords: Location. Brown - Gibson. AHP. ELECTRE

1. INTRODUCCION

1.1 Estudio de localización de la industria

El análisis se propone 3 alternativas para la localización de una planta industrial de manzanilla, estas 3 ciudades se pre-seleccionaron por el tipo de clima y suelo que poseen, debido a que favorecen a la producción de la aromática.

Las ciudades son:

- Trenque Lauquen
- Pehuajo
- Carlos Tejedor

Trenque Lauquen

Trenque Lauquen es la ciudad cabecera del partido homónimo, de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se encuentra a 445 km de Buenos Aires por RN 5, y a 505 km de la capital provincial La Plata.

Se encuentra al oeste de la Provincia de Buenos Aires, distante 445 km de la Ciudad de Buenos Aires por la Ruta Nacional 5, y a 80 km de la Prov. de La Pampa. Tiene una extensión de 5.500 Km².

Se halla en la intersección de las Ruta Nacional 5 y la Ruta Nacional 33.

Cuenta con 33.442 habitantes (INDEC, 2010), lo que representa un incremento del 8,7% frente a los 30.764 habitantes (INDEC,2001) del censo anterior.

Pehuajo

Localizada en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, a 365 km de Buenos Aires, en el borde occidental de la Pampa húmeda, en la cuenca del río Salado, en una zona de máximo hundimiento del basamento cristalino, y el terreno no tiene pendiente, por lo que en épocas de muchas lluvias, o por crecientes de los ríos de la Pampa Alta (San Luis y Córdoba), principalmente el río Quinto, hacen que la cuenca del Salado desborde, y que vastas zonas productivas agrícola-ganaderas se vean perjudicadas por graves inundaciones, incluso con formaciones de lagunas y bañados (humedales).

Su población constituye el 75% del total del partido. Cuenta con 31.533 habitantes (INDEC, 2010), lo que representa un incremento del 6,4% frente a los 29.639 habitantes (INDEC,2001) del censo anterior.

Villegas

General Villegas es la ciudad cabecera del partido homónimo, en el extremo noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

El Partido de General Villegas, con 7.232,8 km², 4^a en extensión de la Provincia de Buenos Aires, limita al norte con las Provincias de Córdoba y de Santa Fe, al sur con los Partidos de Rivadavia y de Carlos Tejedor, al este con los Partidos de Ameghino, General Pinto y de Carlos Tejedor y al oeste con las provincias de Córdoba y La Pampa.

General Villegas, cuenta con rutas que la unen con todo el país. La ruta nacional 188, con una extensión en el partido de 76 km, la RN 33 con 103,8 km, y la RN 226 con 25 km, comunican con Mendoza, Buenos Aires, Bahía Blanca, Rosario y Mar del Plata.

1.2 Factores a considerar en el análisis

Factores objetivos:

- Suelo.
- Clima.
- Distancia desde la planta urbana a las zonas de siembra.

- Distancia desde la planta urbana al puerto para la exportación.

El suelo determina la calidad final de la manzanilla, en sus características organolépticas, como así también su rendimiento por hectárea. El clima, interviene en la calidad de la manzanilla, con las lluvias que favorecen el óptimo crecimiento del cultivo en el periodo marzo-julio. La distancia desde la planta urbana a las zonas de siembra, no solo es un factor de costo de transporte sino también que afecta directamente la calidad de la manzanilla. Una vez cosechada la planta de manzanilla, no puede demorarse su secado un tiempo mayor a 3 horas, una tardanza en el transporte dañaría las propiedades organolépticas de la misma, debido que se produce una fermentación en la planta. Y por último la distancia desde la planta urbana al puerto para la exportación, es un factor de costos para el envío total de la producción ya procesada.

Factores subjetivos:

- Posibilidad de instalación en un futuro de una red de gas natural.
- Abastecimiento de energía eléctrica estable.
- Oferta de mano de obra técnica.

Ciudad	Red de Gas Natural	Energía Eléctrica Estable	Disponibilidad de Mano de obra técnica
Trenque Lauquen	El Sector industrial planificado no cuenta, y no se planifica con un obra de abastecimiento de Gas Natural	La ciudad se encuentra abastecida con una línea de alta tensión directa de Henderson de 132 Kva.	La ciudad cuenta con una Escuela Técnica, y una Universidad Tecnológica Nacional
Villegas	La ciudad no cuenta con una red de gas natural	Posee una línea de alta tensión en construcción de 132 kva desde Henderson (Aun no funciona)	La ciudad cuenta con una Escuela Técnica
Pehuajo	El Sector Industrial Planificado cuenta con una Red de Gas Natural,	Posee una línea de alta tensión en construcción de 132 kva desde Henderson (Aun no funciona)	La ciudad cuenta con una Escuela Técnica

2. DESARROLLO

2.1 Suelo

La manzanilla no es exigente con respecto a la calidad de los suelos, como lo prueba su carácter invasor, por ejemplo en la provincia de Buenos Aires, pero le son más favorables los franco-arenosos, de mediana fertilidad, buen drenaje y ligeramente húmedos. Algunos suelos de los partidos de Pehuajó, Carlos Casares, Carlos Tejedor y Trenque Lauquen, ofrecen este tipo de características, las cuales acompañadas por una situación climática favorable, han configurado un área propicia de difusión natural, que luego se transformó en zona obligada de cultivo.

2.2.2 Calculo de las precipitaciones totales en los meses de estudio:

Tabla 1 Precipitaciones totales

Meses	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Trenque Lauquen	100	50	25	10	10	10	205
Villegas	100	50	10	10	10	10	190
Pehuajo	125	75	25	25	25	25	300

Como se observa en la tabla anterior la localidad de Pehuajo, se acerca más a las precipitaciones necesarias para el desarrollo óptimo de la manzanilla.

2.3 Distancia desde la planta urbana a las zonas de siembra.

Como se explicó anteriormente el tiempo después de cosechada la planta de manzanilla es crítico para mantener la calidad de la misma. De esta manera se determina como máximo una distancia de 40 km entre la planta procesadora y las superficies disponibles para el cultivo de la misma.

2.3.1 Pehuajo distancia a la zona de cultivo

Teniendo en cuenta el análisis de los suelos disponibles para la ciudad de Pehuajo, donde se observó que toda su superficie en su totalidad, salvo lagunas y bajos, son aptas para el cultivo de la misma. Se tiene la distancia a las zonas de cultivos no son mayores que 40 km. Si no que se tienen próximas a la planta urbana. Observando la imagen anterior se ve que el radio de 40 km se cubre todas las zonas aptas de cultivo.

2.3.2 Trenque Lauquen distancia a la zona de cultivo

Las 3 zonas más aptas para el cultivo son el norte de Trenque Lauquen, sureste y suroeste. La zona del suroeste es de fácil accesibilidad y una distancia de 35 kilómetros. La zona norte es de difícil accesibilidad y una distancia de 55 km, demorando el traslado de la manzanilla verde lista para secar. Y la zona del sureste se encuentra a 85 km de la zona urbana, con difícil accesibilidad demorando el traslado hacia la planta.

2.3.3 Villegas distancia a la zona de cultivo

En el sur de Villegas se encuentra la única zona disponible y óptima para el desarrollo de la manzanilla. No representa gran cantidad de hectáreas pero se encuentra a 37 km de la zona urbana, es decir no se deteriora la manzanilla ante un traslado a la planta de secado

2.3.4. Cálculo para la proximidad a las zonas óptimas de cultivo.

Como es difícil ponderar las proximidades a las zonas óptimas de cultivo, se determinara subjetivamente teniendo en cuenta las distancias y la accesibilidad.

Tabla 2 Distancia y accesibilidad

	Distancia	Accesibilidad
Trenque Lauquen	59,33	Difícil=7
Villegas	37	Facil=2
Pehuajo	20	Facil=2

La distancia de Trenque Lauquen es el promedio de las distancias a las 3 zonas óptimas de cultivo, la distancia de Villegas 37 km, es fijada únicamente por la distancia obtenida de Google maps. Finalmente la distancia de Pehuajo a las zonas óptimas, es un cálculo simple, debido a que la ciudad misma se encuentra en una zona óptima, dando como distancia inicial 0 km y el otro valor, se determina dando la distancia máxima para evitar la pérdida de calidad de la manzanilla (40 km), de su promedio se obtiene 20 km.

La accesibilidad se ve condicionada, por la cercanía de las zonas óptimas a las rutas provinciales o nacionales, y por su orientación geográfica respecto de la planta urbana. Trenque Lauquen es de difícil accesibilidad a dos de sus 3 zonas óptimas. La zona óptimo norte se encuentra alejada de la planta urbana, y lejos de la Ruta Nacional 5 y Ruta Nacional 33. Y la zona sureste se encuentra muy alejada de ambas rutas.

Mientras que Villegas, la zona óptima se encuentra próxima a la Ruta Nacional 33.

Pehuajo casi toda su superficie es zona óptima y se ve atravesada por la Ruta Nacional 5, Ruta Nacional 226 y la Ruta Provincial 86.

Finalmente determinamos una puntuación para cada ciudad, cuanto mayor es el número, peor se encuentra ubicada en el ranking para el factor de localización “Distancia a la zona optima de cultivo”

Tabla 3 Sistema de puntos

	Distancia	Accesibilidad	Puntos
Trenque Lauquen	59,33	Difícil=7	413
Villegas	37	Facil=2	74
Pehuajo	20	Facil=2	40

2.4 Distancia desde la planta urbana al puerto para la exportación.

Según el cuadro tarifario de la “Cámara Argentina de Transporte Automotor de Mercancías y Residuos Peligrosos” el precio por km es de \$7,54

La distancia de cada ciudad al Puerto es:

- Villegas 466 km
- Trenque Lauquen 445
- Pehuajo 365

Tabla 4 Costo de transporte

	\$ 7,54
Trenque Lauquen	\$ 3.355,30
Villegas	\$ 3.513,64
Pehuajo	\$ 2.752,10

3. Análisis de la localización de la planta industrial

A continuación mostramos en la tabla cada uno de los factores que intervienen en la localización de la planta en las 3 ciudades:

Tabla 5 Comparación de las 4 variables objetivas

	Suelo (ha optimas)	Precipitaciones	Puntos	Costo Transp.
Trenque Lauquen	39009,6	205	413	\$ 3.355,30
Villegas	11145,6	190	74	\$ 3.513,64
Pehuajo	92880	300	40	\$ 2.752,10

Para aplicar criterios de decisión las variables tienen que estar en las mismas unidades, pesos, porcentajes etc. En este caso tenemos hectáreas, precipitaciones, un sistema de puntuación y pesos argentinos. Debido a esto lo que se hará es, pasar todas las variables a porcentajes donde se sumara el total de las tres ciudades, y se calculara el porcentaje de participación de cada una, y donde el valor mayor sea un aspecto positivo. En el caso de los costos de transporte y puntos, donde la variable menor es un aspecto positivo, se aplicara la inversa de esa misma, para que sea aplicable.

Tabla 6 Variables objetivas en porcentajes

	Suelo (ha optimas)	Precipitaciones	Puntos	Costo Transp.
Trenque Lauquen	27,27	29,50	5,92	31,50
Villegas	7,79	27,34	33,01	30,09
Pehuajo	64,94	43,17	61,07	38,41

3.1. Método de Brown & Gibson

Se utiliza el método de Brown & Gibson para luego comparar con la alternativa seleccionada por el método ELECTRE y el método AHP. En este método se tienen en cuenta factores objetivos y subjetivos. Los factores objetivos para el caso son hectáreas de suelo óptimo, precipitaciones en el periodo estudiado, distancia a la zona optima de cultivo y costo de transporte. Mientras que los subjetivos surgen de expectativas estimadas de realización o circunstancia tales como posibilidad de disponer de gas, energía eléctrica estable y mano de obra técnica.

Tabla 7 Factores Objetivos

Localización	Suelo ha optimas	Precipitaciones	Puntos	Costo transp	Suma Factores	Inverso Factores
Trenque Lauquen	27,27	29,50	5,92	31,50	94,19	0,0106169
Villegas	7,79	27,34	33,01	30,09	98,23	0,0101804
Pehuajo	64,94	43,17	61,07	38,41	207,58	0,0048173

3.1.1. Cálculo del factor objetivo FO_i para cada localización optativa viable:

Ecuación 1 Índice factor objetivo

$$FO_i = \left[\frac{1/C_i}{\sum_{i=1}^n (1/C_i)} \right]$$

Tabla 8 Calculo de índice factor objetivo

Localización (i)	1/C _i	Σ (1/C _i)	FO _i
Trenque Lauquen	94,18901904002	400,0000000000	0,2355
Villegas	98,22771770009	400,0000000000	0,2456
Pehuajo	207,58326325989	400,0000000000	0,5190
			1,000000

3.1.2. Cálculo del factor subjetivo FS_i para cada localización optativa viable:

Ecuación 2 Índice Factor subjetivo

$$FS_i = \sum_{i=1}^n R_{ij} W_j$$

Tabla 9 Calculo de índice factor subjetivo

Factor (j)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice W_j
	Posibilidad de Gas	Energía Elect	Mano de Obra Tec		
Posibilidad de Gas	0	0	1	1	0,50
Energía Elect	1	0	0	1	0,50
Mano de Obra Tec	0	0	0	0	0,00
TOTAL				2	1,00

3.1.3. Cálculo del Índice Rij (puntaje relativo)

3.1.3.1 Posibilidad de Gas

Tabla 10 Factor subjetivo posibilidad de Gas

Factor (j)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice R_{ij}
	1	2	3		
Trenque Lauquen	0	1	0	1	0,33
Villegas	0	0	0	0	0,00
Pehuajo	1	1	0	2	0,67
TOTAL				3	1,00

3,1,3,2 Energía Eléctrica Estable

Tabla 11 Factor subjetivo Energía eléctrica estable

Factor (j)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice R_{ij}
	1	2	3		
Trenque Lauquen	0	1	1	2	0,50
Villegas	0	0	1	1	0,25
Pehuajo	0	0	1	1	0,25
TOTAL				4	1,00

3.1.3.3 Mano de Obra Técnica

Tabla 12 Factor subjetivo mano de obra técnica

Factor (j)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice R_{ij}
	1	2	3		
Trenque Lauquen	0	1	1	2	0,50
Villegas	0	0	1	1	0,25
Pehuajo	0	0	1	1	0,25
TOTAL				4	1,00

3.1.3.4 Cuadro resumen de los resultados de los factores subjetivos obtenidos en las evaluaciones anteriores:

Tabla 13 Resumen factores subjetivos

Factor (j)	Puntaje relativo Rij			Índice W_j
	Trenque L.	Villegas	Pehuajo	
Posibilidad de Gas	0,33	0,00	0,67	0,50
Energía Eléctrica Estable	0,50	0,25	0,25	0,50
Mano de Obra Técnica	0,50	0,25	0,25	0,00

Para determinar la medida del valor subjetivo para cada localidad, utilizamos la ecuación:

Ecuación 3 Factores subjetivos

$$FS_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} W_j$$

Tabla 14 Cálculo del valor subjetivo

Localidad (i)		$\sum R_{ij} \times W_{ij}$	FS_i
FS _{Trenque Lauquen}		0,42	0,4167
FS _{Villegas}		0,13	0,1250
FS _{Pehuajo}		0,46	0,4583

Cálculo de la medida de preferencia de localización MPLi

$$MPL_i = K * FO_i + (1-K) * FS_i$$

En este caso, los factores objetivos son un 20% mas importantes con respecto a los subjetivos. Luego:

$$K = 60\% =$$

$$(1-K) = 40\% =$$

Tabla 15 Selección final de localización

FS _{Trenque Lauquen}		0,307950195	
FS _{Villegas}		0,197341577	
FS _{Pehuajo}		0,494708228	

Se observa que según el método de Brown & Gibson, midiendo factores objetivos y subjetivos en conjunto, la ciudad ideal para la ubicación de la planta elaboradora de manzanilla industrial debe ser Pehuajo.

3.2. Método ELECTRE

A continuación se aplicó el método "ELECTRE" para seleccionar la mejor alternativa para la selección de la planta elaboradora de manzanilla industrial.

Tabla 16 Evaluación de las 7 variables para la localización

	Suelo Ha Optimas	Precipitacio nes	Distancia al Cultivo	Distancia al puerto	Ener Elect Estable	Conexión red de GN	Disp Mo Tecnica
Trenque Lauquen	27,27	29,50	5,92	31,50	50	30	50
Villegas	7,79	27,34	33,01	30,09	25	20	25
Pehuajo	64,94	43,17	61,07	38,41	25	50	25
Ponderacion (W)	5,00	5,00	8,00	4,00	4	3	3
W normalizada	0,16	0,16	0,25	0,13	0,13	0,09	0,09
Delta	57,14	15,83	55,16	8,32	25,00	30,00	25

En el momento de ponderar se toma como factor más importante la distancia a la zona optima de siembra, ya que este factor incide directamente en la calidad del producto, posteriormente continúan los factores de clima y suelo ya que inciden en la cantidad de disponibilidad de kg de manzanilla, mientras que el último factor incide en los costos.

Tabla 17 Matriz de concordancia

	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo		Umbral P
Trenque Lauquen		0,750	0,22		
Villegas	0,250		0	Promedio	0,5
Pehuajo	0,781	1,000		Inm sup	0,750

Tabla 18 Matriz de discordancia

	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo		Umbral Q
Trenque Lauquen		0,491	1,000		
Villegas	1,000		1	Promedio	0,749
Pehuajo	1,000	0,000		Inm sup	0,491

3.2.1. Matriz de selección de alternativa:

Tabla 19 Selección de alternativa

	Cnr>P	Discrd<Q		
	Dominancia por fila	Dominancia por columna	Diferencia (F-C)	Jerarquia
Trenque Lauquen	Villegas (1)	Pehuajo (1)	0	2
Villegas	0	Pehuajo (1)	-1	3
Pehuajo	TL ; Villegas (2)	Trenque Lauque	1	1

Según el método ELECTRE la mejor alternativa de localización para la planta, es en la localidad de Pehuajo.

3.3. Método AHP

Tabla 20 Comparación de variables

	Suelo Ha Optimas	Precipitaciones	Distancia al Cultivo	Distancia al puerto	Ener Elect Estable	Conexión red de GN	Disp Mo Tecnica
Suelo Ha Optimas	1	1	0,33333333	0,33333333	3	4	4
Precipitaciones	1	1	0,33333333	3	3	4	4
Distancia al Cultivo	3	3	1	4	4	5	4
Distancia al puerto	3	0,33333333	0,25	1	0,5	1	1
Ener Elect Estable	0,33333333	0,33333333	0,25	2	1	2	2
Conexión red de GN	0,25	0,25	0,2	1	0,5	1	1
Disp Mo Tecnica	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	1	1
Suma	8,83	6,17	2,62	11,33	12,50	18,00	17,00

Tabla 21 Matriz normalizada y vector promedio

Matriz normalizada								Vector Prom
0,1132	0,1622	0,1274	0,0294	0,2400	0,2222	0,2353	0,1614	
0,1132	0,1622	0,1274	0,2647	0,2400	0,2222	0,2353	0,1950	
0,3396	0,4865	0,3822	0,3529	0,3200	0,2778	0,2353	0,3420	
0,3396	0,0541	0,0955	0,0882	0,0400	0,0556	0,0588	0,1045	
0,0377	0,0541	0,0955	0,1765	0,0800	0,1111	0,1176	0,0961	
0,0283	0,0405	0,0764	0,0882	0,0400	0,0556	0,0588	0,0554	
0,0283	0,0405	0,0955	0,0000	0,0400	0,0556	0,0588	0,0455	

Tabla 22 Comparación Suelo Ha Optimas

Suelo Ha Optimas	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	3	0,25	0,1875	0,33333333	0,17241379	0,23108238
Villegas	0,33333333	1	0,2	0,0625	0,11111111	0,13793103	0,10384738
Pehuajo	4	5	1	0,75	0,55555556	0,68965517	0,66507024
Suma	5,33333333	9	1,45				

Tabla 23 Comparación Distancia al Cultivo

Distancia la cultivo	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	0,25	0,14285714	0,0833333333	0,07692308	0,08695652	0,08240431
Villegas	4	1	0,5	0,3333333333	0,30769231	0,30434783	0,31512449
Pehuajo	7	2	1	0,5833333333	0,61538462	0,60869565	0,6024712
Suma	12	3,25	1,64285714				

Tabla 24 Comparación distancia al puerto

Distancia al puerto	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	2	0,33333333	0,2222222222	0,33333333	0,2	0,25185185
Villegas	0,5	1	0,33333333	0,1111111111	0,16666667	0,2	0,15925926
Pehuajo	3	3	1	0,66666667	0,5	0,6	0,58888889
Suma	4,5	6	1,66666667				

Tabla 25 Comparación Precipitaciones

Precipitaciones	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	2	0,5	0,285714286	0,33333333	0,27272727	0,2972583
Villegas	0,5	1	0,33333333	0,142857143	0,16666667	0,18181818	0,16378066
Pehuajo	2	3	1	0,571428571	0,5	0,54545455	0,53896104
Suma	3,5	6	1,83333333				

Tabla 26 Comparación energía eléctrica estable

Ener. Elec. Estable	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	3	3	0,6	0,6	0,6	0,6
Villegas	0,33333333	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2
Pehuajo	0,33333333	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2
Suma	1,6666667	5	5				

Tabla 27 Comparación Conexión a red de Gas Natural

Conexión red de GN	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	2	0,33333333	0,2222222222	0,57142857	0,1	0,2978836
Villegas	0,5	1	2	0,1111111111	0,28571429	0,6	0,33227513
Pehuajo	3	0,5	1	0,666666667	0,14285714	0,3	0,36984127
Suma	4,5	3,5	3,33333333				

Tabla 28 Comparación Disponibilidad de Mano de obra Técnica

Disp. MO tecnica	Trenque Lauquen	Villegas	Pehuajo	Matriz normalizada			Vector Prom
Trenque Lauquen	1	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5
Villegas	0,5	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Pehuajo	0,5	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Suma	2	4	4				

Tabla 29 Índice de consistencia

Indice de consistencia							
0,161383764	0,19499721	0,1140	0,0348	0,2882	0,2217	0,1822	
0,161383764	0,19499721	0,1140	0,3136	0,2882	0,2217	0,1822	
0,484151292	0,58499163	0,3420	0,4182	0,3843	0,2771	0,1822	
0,484151292	0,06499907	0,0855	0,1045	0,0480	0,0554	0,0455	
0,053794588	0,06499907	0,0855	0,2091	0,0961	0,1108	0,0911	
0,040345941	0,0487493	0,0684	0,1045	0,0480	0,0554	0,0455	
0,040345941	0,0487493	0,0855	0,0000	0,0480	0,0554	0,0455	

Tabla 30 Índice de consistencia y Relación de consistencia

Suma Ponderada		Landa Max	IC	RC
1,1973	7,41887203	7,60383014	0,10063836	0,07624118
1,4761	7,56974329			
2,6729	7,81458255			
0,8882	8,49564626			
0,7114	7,40403501			
0,4110	7,41779925			
0,3236	7,10613259			

Dado que la relación de consistencia no supera el 10%, se considera que los juicios en las comparaciones pareadas, fueron realizados con conciencia y son coherentes. En este caso la relación de consistencia es de 7,6 %.

Tabla 31 selección de alternativa

	Suelo Ha Optimas	Precipitaciones	Distancia al Cultivo	Distancia al puerto	Ener Elect Estable	Conexión red de GN	Disp Mo Tecnica	TOTAL
Trenque Lauquen	0,2310824	0,2972583	0,08240431	0,251851852	0,6	0,2978836	0,5	0,24669699
Villegas	0,1038474	0,16378066	0,31512449	0,159259259	0,2	0,33227513	0,25	0,22214444
Pehuajo	0,6650702	0,53896104	0,6024712	0,588888889	0,2	0,36984127	0,25	0,53115857
Ponderacion	0,1614	0,1950	0,3420	0,1045	0,0961	0,0554	0,0455	1

Según el método AHP la ciudad de Pehuajo es la mejor localización para la planta industrial

4. Conclusiones

La aplicación de diferentes métodos al caso de estudio coincide en la elección final. Dado que los factores son subjetivos y objetivos, Brown–Gibson los pondera en relación que permite estimar la consistencia de valores demostrados de las variables sin dejar de considerar la apreciación de factores que no pueden ser cuantificados con certeza. Las diferencias de valoración son evidenciadas

también en ELECTRE y AHP resultando la misma selección. En la comparación realizada surge que no hay factores de similar valoración entre las alternativas estudiadas que pudieran originar divergencias ante la aplicación de los diversos algoritmos.

Tabla 32 selección final de alternativa de localización

METODO	Ciudad
B&G	Pehuajo
ELECTRE	Pehuajo
AHP	Pehuajo

5. Referencias

- [1] Mónica S. Rubio “CULTIVO, INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA MANZANILLA (*Matricaria recutita* L.)” recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Manzanilla_2010_09_Sep.pdf
- [2] Ing. Agr. Pablo Mavolo entrevista personal, 12 de Agosto de 2015.
- [3] INTA Suelos, Recuperado el 20 de agosto de 2015 <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/triangulotex.htm>
- [4] WIKIPEDIA, Recuperado el 18 de Agosto de 2015 https://es.wikipedia.org/wiki/General_Villegas
- [5] WIKIPEDIA, Recuperado el 19 de Agosto de 2015 https://es.wikipedia.org/wiki/Trenque_Lauquen
- [6] Alimentos Argentinos, Recuperado el 20 de Agosto de 2015 http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Manzanilla_2010_09_Sep.pdf
- [7] CATAMP, Recuperado el 02 de septiembre de 2015 http://www.catamp.org.ar/Content/themes/Costo/CATAMP_TARIFARIO_2_2014.pdf
- [8] INTA, Recuperado el 29 de Agosto de 2015 http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones