



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Económico Administrativas

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN

ESTUDIO DE CASO

Propuesta de un sistema de lógica difusa para la gestión de precios mayoristas de Cervecería HM de Hidalgo.

Presenta:

Xochitl Eleanne Quiroz Rico

Director del proyecto terminal:
Dr. Tirso Javier Hernández Gracia

Co-director de proyecto terminal
Dr. Danae Duana Ávila



San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

Noviembre, 2017

Índice

	Introducción	2
I	Metodología sobre estudio de caso	3
1.1	Planteamiento del problema	3
1.2	Delimitación	5
1.3	Pregunta de investigación	5
1.4	Justificación	6
1.5	Objetivos	7
1.5.1	General	7
1.5.2	Específicos	7
II	Marco contextual	8
2.1	Sector cervecero México	8
2.2	Cervecería HM	9
2.2.1	Impacto ambiental	10
2.2.2	Responsabilidad social	11
2.2.3	Área de ventas	11
2.2.4	Reestructuración en la empresa	12
III	Marco teórico	14
3.1	Precio	14
3.1.1	Concepto	14
3.1.2	Corrientes	15
3.1.3	Teorías de precios	16
3.1.4	Métodos de fijación de precios	18
3.1.5	Estrategias de fijación de precios	19
3.2	Lógica difusa	21
3.2.1	Historia	21
3.2.2	Conceptos básicos de Lógica Difusa	23
3.2.3	Variables lingüísticas en la lógica difusa	25
3.2.4	Sistemas difusos	25
3.2.5	La teoría de subconjuntos borrosos	26
3.2.6	Lógica difusa y gestión empresarial	27
3.2.7	Revisión estudios previos	56
IV	Diagnóstico del estudio de caso	60
V	Propuesta de un sistema de Lógica difusa para la gestión de precios	63
VI	Conclusiones	88
VII	Referencias	90

Introducción

El precio es el valor que se le da a un producto o servicio al momento de cambiarlo en un evento de compra venta; dentro de las empresas es difícil de determinar el precio debido a factores como: la competencia de otras compañías, el mercado constantemente cambiante, el marketing etc.

Dentro de un acto de oferta y demanda los productores quieren maximizar cada uno de sus beneficios y los consumidores buscan una alta satisfacción de lo ya adquirido, es por eso que en teoría tanto los vendedores como los compradores toman decisiones basadas en un amplio conocimiento de todas las alternativas que existen para las dos partes. Cuando existe este juego de decisiones de elección ante el comprador, las empresas tienden a recurrir a la planificación ya que el cálculo relativo del precio se concentra en situaciones futuras de compra, de ahí que se vuelve muy importante la gestión de precios.

El presente trabajo propone la aplicación de un modelo de inteligencia artificial multivaluado llamado lógica difusa que permite trabajar con información imprecisa teniendo valores intermedios definiendo evaluaciones entre el sí/no, blanco/negro/, verdadero/falso, etc. Dicha lógica simula el pensamiento humano en la toma de decisiones y está completamente adaptada a situaciones subjetivas e inciertas intentando representar la vida real modelando de tal manera que cada situación se vuelva cierta y precisa sin modificarla.

Esta investigación busca gestionar precios de la empresa cervecera HM con la finalidad de tener una herramienta fiable en cuanto la determinación de estos, que mantenga tanto las limitaciones como las ventajas de los clientes y que conserve el propósito de no tener reventa de cerveza o contar con precios no competitivos hacia otras empresas.

I Metodología sobre el estudio de caso

Planteamiento del problema

Históricamente la gestión de precios empresarial en todo el mundo ha sido cambiante desde la segunda guerra mundial, debido a los factores cíclicos como las múltiples recesiones mundiales y el mercado inconstante cada vez más cercano al consumismo, lo cual ha provocado el aumento de compañías low cost (bajo costo) a nivel internacional.

Esto ha provocado que las empresas requieran de estrategias más agresivas de precios para hacerse competentes ante un consumidor cada vez más severo.

La industria cervecera es un ejemplo de estrategias de precio de gran impacto debido a sus cambios históricos de consumo según el país, lo que ha provocado grandes incrementos en algunas áreas y gran decremento en otras, ha presentado una desaceleración importante desde el 2009 en los países de gran consumo como Alemania y Estados Unidos (Lira, 2015) mientras que en mercados emergentes como México, logro crecer el 50% en el 2104 (Soto, 2015)

Sin embargo; a nivel nacional este sector no ha evolucionado en sus precios, ya que la competencia esta segmentada en productos específicos de las empresas, lo dando paso a un precio limitado sin comprender el gusto y toma de decisiones del consumidor.

Esto da marcha a la búsqueda de nuevos métodos, técnicas o modelos de gestión de precios que puedan calcular aspectos más específicos y así tener un avance en esta industria tan competente y rentable en el país

La compañía Mexicana Cervecería HM cuenta con una extensa comercialización de sus productos en el país a través de agencias y subagencias que distribuyen los bienes mediante varias rutas. En el estado de Hidalgo la empresa cuenta con una agencia matriz en Pachuca y 10 subagencias.

El modelo actual de precios y promociones se fijan en cuestión de la rentabilidad de los productos aún sobre el volumen de venta (empleando lógica matemático convencional), motivo por el que la gestión de estos se vuelve completamente rígida sin dar paso al análisis de decisiones que emplean las personas para comprar el producto en cuestión.

Sin embargo, este sistema de promociones ha derivado una problemática de demanda de precios, por ejemplo:

En la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) de Hidalgo, el cuidado del precio por Hectolitro (HL) es vital para cumplir con los requerimientos corporativos. El objetivo es incrementar el volumen de venta, conservando la rentabilidad, generando así mayores beneficios para la UEN. Para lograrlo, una gran palanca es optimizar los descuentos que se tienen, ya que pueden no ser los ideales acorde al volumen que desplazan. El ajuste de los precios impacta directamente al cliente, pues al reestructurarse su descuento habitual del 10% al 8% su poder adquisitivo se ve afectado, puesto que, si el cartón de cerveza Mega Familiar, que tiene un precio regular de \$372.03, con su descuento anterior el cliente pagaba \$334.82, después de la reestructuración tendrá que pagar \$342.26, lo que representa una inversión de \$6.30 más por cada cartón que desee adquirir de esta presentación.

Otro ejemplo que se presenta una tienda de abarrotes que prevé la visita del vendedor de cerveza, ha presupuestado comprar 3 cajas de cerveza grande \$372.03 P.U. (por unidad) y 2 charolas de cerveza en lata \$286.02 P.U. (por unidad), estas presentaciones suman la cantidad de: \$1,688.13; al recibir la visita de otro proveedor, éste le ofrece exactamente el mismo producto de grande a un precio unitario de \$325.78 y la cerveza en lata en \$259.82, siendo la suma total de su pedido la cantidad de \$1,496.98. Obteniendo por el mismo producto, la misma calidad y la misma marca un beneficio de \$191.15, con el cual podría fácilmente comprar algún otro insumo para su establecimiento. ¿Qué le impediría realizar la compra con este tercero?

Ésta es una problemática recurrente, pues es la misma empresa quien genera la disyuntiva al surtir a clientes con altos descuentos quienes a pesar de tener una restricción exceden el volumen de venta permitido, generando que los clientes de la firma no logren entender que terceros llegan a ofrecer mejor precio que la distribuidora y exigiendo el mismo beneficio, argumentando que tanto ellos como otros son igual de valiosos para la compañía.

Dicha tendencia ha repercutido al grado de llevar producto entre estado y estado del país afectando por lo menos 3 de las 5 direcciones regionales de venta que tiene la empresa a nivel nacional; al no poner temprana atención a este inconveniente con el paso del tiempo las invasiones de producto han incitado al cliente a no solo buscar el precio más barato de la mercancía de cervecería HM sino también a comprar con la competencia guiándose solamente por quien le venda más barato sin fijarse en la calidad y sin anteponer el gusto del consumidor final.

1.1 Delimitación

Esta investigación se realizará en la ruta de mayoristas de la empresa Cervecería HM en Pachuca Hidalgo con el fin de observar el comportamiento y las decisiones del vendedor, es decir si este le vende solo a sus respectivos clientes o le vende a otros, si los precios son los correctos para dichos clientes o sobrepasan el límite de descuento y crea una triangulación de venta a clientes de menor impacto dejando fuera a la empresa en cuestión afectando el volumen venta de los demás vendedores incluso de otras agencias fuera del estado de Hidalgo.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el modelo vigente de precios que maneja Cervecería HM?
- ¿Cómo afecta la determinación de precios actual a la venta de productos en cada ruta de distribución en el estado de Hidalgo?, especificando la agencia matriz
- ¿Cuál debería de ser la gestión de precios bajo el enfoque del modelo de lógica difusa para mejorar las ventas en la agencia matriz de Cervecería HM en el estado del Hidalgo?

1.4 Justificación

En los últimos años los problemas empresariales se ha identificado que los elementos más importantes a tratar son aquellos que implican las decisiones de los agentes participantes (Gil, 2011). Sin embargo, estos elementos tienen un alto grado de incertidumbre en donde la realidad ha tenido lugar a través de razonamientos basados en el concepto de precisión y se han formulado a través de esquemas matemáticos clásicos, implicando modelos que constituyen una realidad modificada para que se adapte a ciertos conocimientos, en lugar de realizar una adaptación de los modelos a los hechos reales (Maestre, 2015)

El mercado cervecero actual carece de certidumbre debido a los cambios constantes del consumidor y a las variaciones económicas y políticas internacionales, como la discusión del TLCAN (tratado de libre comercio de América del Norte) el cual no permitiría la entrada de la cerveza mexicana a Estados Unidos, que es el mayor consumidor de esta bebida en el mundo. (Economista, 2017)

En México existen dos empresas cerveceras dominantes que apuestan por crecer cada año el consumo de sus productos. Según Maribel Quiroga directora de cerveceros de México el mercado de cervezas nacional tiene la meta de seguir creciendo de manera local y global para así convertirse en el mayor productor del mundo (Fernández, 2017).

Esta apertura internacional ha generado incertidumbre sobre el comportamiento de los mercados globales donde la competencia se vuelve diferente debido a que hay nuevos productores, distintos tipos de clientes y una clara y fuerte presencia de cerveceros artesanales que genera una etapa nueva en el manejo del producto mexicano con el consumidor final.

Es por eso que el presente trabajo tiene objetivo de estimular las ventas de la empresa con un impacto local y crecimiento a un nacional en el que será posible la colaboración de agentes principales de su gestión donde se pueda crear un sistema totalmente automatizado y así establecer un ambiente de comunicación entre

vendedores y corporativo en el cual sea posible llegar a un acuerdo de precio en conjunto considerando cada elemento previsto en el mercado.

Se propone emplear un modelo de inteligencia artificial en una situación de incertidumbre empresarial dando oportunidad de aplicar esta herramienta en otros estudios de caso de compañías donde se forjen ciertas dudas en cuanto mercado, recursos humanos, pronóstico, finanzas, clientes, materia prima, distribución, decisiones bursátiles, etc. Con la finalidad de dar pronta contestación a dichos escenarios y que no generen una problemática mayor.

De igual manera este estudio se destaca como parte de la ola de investigaciones que pretenden ayudar a la conservación de empleos generando herramientas necesarias para dar una rápida respuesta a los mercados exigentes creando una mejor comunicación entre clientes y los representantes de las empresas, llámese vendedores, supervisores, gerentes y cualquier otro empleado que tenga contacto directo con los consumidores.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Desarrollar un sistema de gestión de precios para la empresa Cervecería HM de Hidalgo basado en lógica difusa, con la finalidad de regular la implementación y distribución de precios de los productos de la compañía en dicho estado y así mejorar las estrategias actuales de ventas.

1.5.2 Específicos

- Analizar los factores del modelo actual que Cervecería HM considera para determinar la fijación de precios de sus productos
- Delimitar qué rutas tienen la mayor afectación en el estado de Hidalgo en cuanto a distribución de producto y volúmenes de venta en agencia matriz.

- Implementar un sistema de gestión de precios basado en lógica difusa, que tenga la capacidad de considerar las condiciones del modelo actual, para poder mejorar a la ruta de mayoristas con precios atractivos al cliente y competitivos con otras empresas del mercado

II MARCO CONTEXTUAL

2.1 Sector cervecero México

El consumo de cerveza en Latinoamérica crece de forma constante en todos los países del continente. Sin embargo, lo más importante, es el hecho de que las perspectivas para el crecimiento resultan ser muy buenas. En términos censuales, se espera que la población en América Latina y el Caribe crezca hasta 750 millones de personas para el año 2050, expandiendo aún más un enorme mercado potencial.

El consumo anual por habitante en algunos países europeos como Alemania, es de 119 litros por persona al año, mientras que el consumo en los países sudamericanos es relativamente bajo: con Venezuela en 89 litros y Brasil y México en 63 y 62 respectivamente (Steve, 2016)

México es el exportador de cerveza número uno del mundo, con presencia en más de 180 países. Las marcas de cerveza mexicanas son las de mayor crecimiento en el mercado internacional, siendo nuestro país el sexto productor de cerveza más grande del mundo; Estados Unidos es el principal importador de cerveza mexicana, con un consumo del 86% del total de nuestras exportaciones (Arteaga, 2014)

En México, los productores de cerveza generan más de 55 mil empleos directos y otros 2.5 millones de empleos indirectos. Lo anterior impacta en gran manera a toda la cadena de valor, desde agricultores, transportistas e industriales, puntos de venta, restaurantes, así como a centros recreativos y de esparcimiento. En conjunto, la industria aporta el 4% de los impuestos que se pagan en el país (Salazar, 2014)

El 100% de la malta de cebada que se produce en México es consumida por la industria cervecera nacional, lo que genera empleo a más de 92 mil agricultores.

Asimismo, existen más de un millón de puntos de venta a lo largo de todo el país (Salazar, 2014)

Según Cerveceros de México con base a los datos de años anteriores, se puede afirmar que por cada 1.5% de crecimiento en el mercado cervecero en México y un 3% en sus exportaciones, se generan:

- 1 billón de pesos en inversión directa de la industria cervecera.
- Un millón de hectolitros de cerveza.
- 3,500 nuevos empleos agrícolas.

2.2 Cerveceria HM

Cervecería HM fue fundada en 1940, es líder en la elaboración, distribución y venta de cerveza en México; Cuenta con una capacidad instalada anual en México de 61.5 millones de hectolitros de cerveza, produce 14 marcas (Co. x, Co. x. Light, Especial, Modelo N, Luna, Paci, Paci Light, tropical, ideas, Monjo, Raw, Vick, Barril y M. light.) distribuidas en cinco tipos de cerveza:

- Pilsener: cerveza lager con cuerpo y textura ligeros logrados por poca malta especializada.
- Viena: cerveza lager con uso medio de malta especializada lo cual logra un color más oscuro.
- Múnich: cerveza lager de color oscuro fuerte de gran cuerpo y estructura con sabor dulce sus características se obtienen por el secado y tostado de las maltas especializadas.
- Light lager: cerveza con numero de extractos proteínas y carbohidratos que una cerveza normal.
- Especialidad: cerveza de elaboración y cantidad limitada con sabor balanceado y único.

En cuanto a la administración de ventas de la empresa las herramientas tecnológicas han permitido incrementar el conocimiento que se tiene del mercado,

logrando una adecuada ejecución de la estrategia en el posicionamiento de las marcas; de igual manera cuenta con el apoyo de empresas internacionales para la exportación e importación de producto en 180 países, Además, a través de una alianza con N. Wat. produce y distribuye en México las marcas de agua embotellada María y Pureza, entre otras.

La estructura corporativa de Cervecería HM está integrada por cervecerías, Agencias y Sub-agencias, compañías de logística, de empaque, de servicio, de comercio, fabricantes de malta, proveedor de equipo para fabricación de cerveza, y Empresas Asociadas; todas ellas aportan e integran esfuerzos para cumplir los compromisos estratégicos definidos: optimizar recursos, superar las expectativas del cliente, mejorar la rentabilidad del negocio, proteger el medio ambiente y cooperar con el progreso de la comunidad y el país. (HM, 2016)

Está integrada verticalmente, en negocios estratégicos, ya que cuenta con una gran cantidad de los insumos necesarios para la elaboración de la cerveza que son producidos por empresas subsidiarias y/o asociadas en las que tiene participación minoritaria. Esto le permite tener un buen control, tanto en el abastecimiento y calidad de materiales, como en el proceso productivo, distribución y venta del producto terminado. (HM, 2016)

A nivel nacional cuenta con su propia red de distribución capaz de abastecer el gran volumen de ventas con grandes instalaciones que cumplen con todos los requisitos sanitarios y de seguridad; los cuales están controladas por el sistema de calidad ISO 9000; Adicionalmente tiene concesionarios que representan ventas en lugares lejanos o de difícil acceso para las rutas convencionales de la organización.

2.2.1 Impacto ambiental

En 2014 recicló el 93% de los residuos y subproductos generados en sus plantas cerveceras, 11% más que en el 2013. De igual forma, el ahorro de energía en sus procesos con respecto al 2013 fue del 16.77% (equivalente al consumo de electricidad de 158,000 casas para una familia de 5 personas en un año). (HM,

2016), desde este mismo año el 100% de sus aguas residuales fueron tratadas, ahorrando gran parte del consumo de esta obteniendo un valor consolidado de 3.24 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza producido.

2.2.2 Responsabilidad social

La compañía cuenta con diferentes proyectos como:

- El desarrollo de lectura en escuelas de Zacatecas y CDMX.
- Reusó de materia prima para artesanos de localidades de Oaxaca.
- Convocatoria de apoyo a diferentes asociaciones cada año.
- Apoyo en desastres naturales.
- Campaña de consumo responsable de cerveza a lo largo del país donde participan 32,000 voluntarios, visitando cerca de 177,391 establecimientos.

2.2.3 Área de ventas

El mercado nacional está compuesto 8000,000 puntos donde sus mayores ventas provienen de mitad y a final de año (por fechas de festejos y vacaciones) y estos se clasifican en:

- Detallistas: tiendas de abarrotes que cuentan con refrigeradores y publicidad de gran impacto propiedad de la empresa.
- Tiendas M: establecimientos que cuentan con comisionistas; están equipados para la venta exclusiva de cerveza y otros artículos de eventos como refrescos, cigarrillos, desechables.
- Tiendas de venta de vinos y licores: especializadas en venta de bebidas alcohólicas cuentan con refrigeradores y material de promoción.
- Mayoristas: Es un punto de venta que generalmente se utiliza cuando, por el volumen requerido, no es rentable atender una zona foránea. Este medio llega principalmente a rancherías y poblaciones muy alejadas de las Agencias y/o Sub-agencias.
- Botella abierta: son hoteles y restaurantes llamados así por su venta de consumo en el lugar, los cuales cuentan con una ruta especializada.

- Autoservicios: tiendas de cadenas comerciales con cobertura nacional donde no solo se les proporciona un refrigerador si no también anaqueles y exhibiciones.

2.2.4 Restructuración en la empresa

A partir de la unión de la empresa se han implementado varias estrategias como:

1. El ajuste a la plantilla laboral: Se redujo en el lapso de un año su plantilla a 4,000 personas de las más de 37,300 que tenía en 2012, la empresa hizo entrega de buenas compensaciones y la liquidación de los empleados aconteció de una forma digna.
2. El cambio de relación con los proveedores: La cervecera dio por terminados sus acuerdos con algunos de sus proveedores y modificó sus contratos con otros.
3. Múltiples consultores: Los contratos de servicios de consultoría que la empresa había suscrito también fueron cancelados.
4. Servicios a restaurantes: la cervecera ya no ofrece la atención personalizada que antes brindaba con tarros, ceniceros, sillas, anuncios luminosos y sombrillas. El nuevo enfoque está más dirigido a la rentabilidad de las marcas que al servicio y atención a los clientes.
5. Cerveza: Otra de las estrategias implementadas fue reducir las inversiones no directamente relacionadas con el negocio, como las tiendas de conveniencia.
6. Patrocinios: La firma eliminó diversos patrocinios deportivos como a boxeadores y futbolistas.
7. Gastos corporativos innecesarios: Se eliminó el beneficio del combustible ilimitado, se restringieron las copias a color y las llamadas a los teléfonos fijos del corporativo. Asimismo se redujeron los gastos de viaje para los ejecutivos y se recortó el consumo eléctrico de las plantas de producción.
8. La implementación del modelo de gestión de precios: Pretende determinar las acciones de los clientes mediante encuestas de consumo y por lo tanto determinar las operaciones del equipo comercial para así resaltar por completo la rentabilidad del precio en la venta.

Toma acciones de determinación de precios como:

- Establece un modelo de precios escalonados según el estado, la agencia y el cliente, lo cual suele ser una forma muy efectiva de hacer atractivos los precios y se adaptan a los presupuestos de una amplia gama de clientes potenciales. Además, ofrece la oportunidad de vincularse con clientes viables y aprovechar oportunidades de ventas adicionales.
- Impone precios que optimizan los beneficios y la adopción a partir de la evaluación de los clientes, los competidores y el mercado en general, es esencial generar precios que definan el escenario para la rentabilidad a largo plazo. Lo cual se describe de la siguiente manera:

El vendedor visita a sus clientes asignados a su ruta; éste planifica su venta donde ofrecerá con mayor atención al punto de venta productos promocionados ya que estos tienen precio más accesible, para que a su vez el detallista transfiera el descuento al consumidor final.

Para asegurar que los productos promocionados lleguen al consumidor final, el vendedor auto evalúa el punto de venta con preguntas enfocadas a si se encuentra comunicado y respetado el precio, esto se valida si se halla colocado el poster promocional en el interior y el exterior del establecimiento o si se respetan las promociones a través de actividades de “Mystery Shopping” en ambos casos los resultados de la encuesta son capturados, se envían al departamento de gestión de precios local quien a su vez lo comparte a supervisores de venta para que ellos en revisiones de mercado corroboren que la información capturada sea verídica ya que en caso de no ser respetadas las promociones al consumidor final estas le son retiradas al detallista debido a que no están cumpliendo su función en el mercado, por lo tanto el precio se fija de nuevo.

Esto da como resultado que los precios varíen demasiado entre los clientes que respetan el beneficio de las promociones y los que no, dando entrada a mayoristas que tienen la capacidad de vender más barato, estos ejercicios permiten que el modelo original no siga su función y se asignen precios erróneos en las zonas afectadas, perdiendo clientes potenciales y consumidores finales en áreas específicas.

III Marco teórico.

Palabras clave: precio, lógica difusa.

3.1 Precio

3.1.1 Concepto

Para Kerin, Berkowitz, Hartley y Rudelius, desde el punto de vista del marketing, el precio es el dinero u otras consideraciones (incluyendo otros bienes y servicios) que se intercambian por la propiedad o uso de un bien o servicio (Ehow,2017)

Según Stanton, Etzel y Walker el precio es la cantidad de dinero u otros elementos de utilidad que se necesitan para adquirir un producto (Ehow, 2107)

Para Lamb, Hair y McDaniel, el precio es aquello que es entregado a cambio para adquirir un bien o servicio. También puede ser el tiempo perdido mientras se espera para adquirirlos (Cadena, 2011)

Según Dwyer y Tanner, un precio es el dinero que paga un comprador a un vendedor por un producto o servicio particular (Gómez, 2016)

El concepto de precio tiene un trasfondo filosófico que orienta el accionar de los directivos de las empresas u organizaciones para que utilicen el precio como un valioso instrumento para identificar la aceptación o rechazo del mercado hacia el "precio fijado" de un producto o servicio. De esa manera, se podrá tomar las decisiones más acertadas, por ejemplo, mantener el precio cuando es aceptado por el mercado, o cambiarlo cuando existe un rechazo. (Fisher, Espejo, 2014)

Sin embargo, no se debe olvidar que el precio es la única variable del mix de mercadotecnia que produce ingresos, por tanto, es imprescindible mantener un sano equilibrio que permita conseguir, por una parte, la aceptación del mercado y por otra, una determinada utilidad o beneficio para la empresa. (Gómez, 2016)

3.1.2 Corrientes

Existen dos corrientes principales sobre precios las cuales son la base de la teoría general de precios.

Corriente de equilibrio general

Esta teoría se fundamenta en dos conceptos primordiales que son la determinación matemática de precios de equilibrio como solución de un sistema de ecuaciones y su formación en el mercado a través del mecanismo de la libre competencia.

Tiene algunos seguidores en la escuela de Lausana, particularmente Pareto quien define correctamente la asignación óptima de los recursos y señala, sin ofrecer una prueba rigurosa, que esta es una característica del equilibrio competitivo. Queda por demostrar matemáticamente la existencia del equilibrio general, pues la igualdad entre el número de incógnitas y de ecuaciones independientes no basta para garantizar que la solución sea económicamente significativa (Klimovsky, 2005)

Corriente de los precios de producción.

La primera formulación matemática del pensamiento Ricardiano data de 1898 y se debe al economista matemático ruso Dmitriev [1898]. A mediados del siglo XX renace el interés por esta teoría gracias a la fecunda labor de Sraffa que difunde en 1951 las Obras y correspondencia de David Ricardo, en cuya celebre 'Introducción' propone una explicación novedosa de la teoría Ricardiana. Posteriormente, en 1960, publica el pequeño libro que da origen a la versión contemporánea del pensamiento clásico (Klimovsky, 2005)

Para esta teoría capitalista existen tres tipos de agentes principales formados por clases sociales que son : capitalistas, trabajadores, terratenientes, cada uno de estos genera un trabajo distinto el cual crea un entorno económico perfecto donde los intereses de las clases se estructuran en torno a la evolución de sus ingresos, pudiendo entrar en conflicto o ser compatibles entre sí y con el interés de la

sociedad, según como se articulen y como los afecte el desarrollo de la riqueza social.

3.1.3 Teorías de precios

El concepto de fijación del precio correcto a los bienes que se distribuyen en el mercado tiene su origen en la teoría clásica, que postula que los precios se fijan en el mercado a causa de la interacción de la oferta de los vendedores y la demanda de los compradores. Posteriormente se postula la teoría de la economía imperfecta, que establece que el precio no puede ser solamente dado.

Las primeras aportaciones son hechas por Adam Smith (1723-1790), quien es considerado por muchos como el primer economista. En realidad, fue un filósofo escocés que sentó las bases del estudio de la economía en su obra “La riqueza de las naciones”, publicado en el año 1776.

En esa obra se estudian los principales problemas de la época y se proponen mecanismo para su solución.

El planteamiento más importante consistió en demostrar la existencia de una forma de control sobre el mercado, tal que en su teoría postuló que los precios actúan como una “mano invisible” que orienta los recursos existentes hacia aquellas actividades con mayor valor. Los precios permiten a las empresas y a los hogares determinar cuánto valen los recursos y con ello orientar sus decisiones para su uso eficiente (Cadena, 2011).

Posteriormente, David Ricardo, al igual que Smith, afirmaba que el valor posee dos sentidos, uno de uso y otro de cambio. En la paradoja del agua de Adam Smith, que trata sobre como el valor de un objeto determinado puede verse alterado en función de su escasez, aunque siempre relacionado con el trabajo necesario para obtener ese bien (Ochoa, 2012).

Durante el siglo XIX, se desarrollaron ideas concernientes al valor que los agentes le daban a los bienes no solo en los precios. El principal exponente de esta corriente

fue Alfred Marshall (1842-1924), economista británico autor de la obra *Principles of Economics.*, publicada en año de 1890.

En la referida obra, se desarrolla un instrumento analítico y gráfico sobre las curvas de la oferta y la demanda, en donde se muestra como se determinan los precios en virtud de la interacción de esas curvas, las causas de los posibles desequilibrios, así como sus desplazamientos.

Sin lugar a duda, este es el punto inicial del gran acervo de teorías y conceptos que existen hoy en día, y que los textos sobre microeconomía detallan en sus primeros capítulos, concentrándose fundamentalmente en los dos objetivos más importantes de la fijación de precios: la maximización del beneficio y la maximización del ingreso (Cadena, 2011)

En 1964, Udell visualizó los precios desde un punto de vista distinto, pues planteaba el desempeño dentro del marco de aquellas características que preocupaban a la empresa para mejorar sus estrategias.

Udell deliberó las siguientes variables:

1. Investigación y desarrollo de nuevos productos.
2. Desarrollo de las ventas.
3. Dirección de la fuerza de venta.
4. Publicidad y promoción de ventas.
5. Servicio unido a la venta.
6. Fijación de los precios a la venta.

La teoría Chevalier en 1971 afirma que cada organización emplea a una persona especializada en materia de precios capaz de manejar los cursos de acción a seguir para determinar un valor justo a sus productos, determinando que, la responsabilidad del empleado y la dificultad para intervenir en los precios serán directamente proporcionales.

Desde el punto de vista financiero, las teorías económicas en materia de precios toman un sentido únicamente numérico, el cual supone linealidad en las funciones del ingreso y del costo, así como en parte del concepto del punto de equilibrio operacional o muerto para encontrar fórmulas de fijación de precios. Se asume como punto de partida, la curva de la demanda (Rosero, 2009)

Durante la década de los años 80 se desarrollaron ideas relevantes sobre la gestión de precios, contemplando a éste como una variable de marketing.

Emilio de Velasco postula que “teoría microeconómica, particularmente la teoría de precios ha sido puesta en duda con respecto a sus aplicaciones prácticas”.

Como ejemplo, basta recopilar opiniones de organizaciones fabricantes de bienes de equipo con respecto a la aplicación de la elasticidad de la teoría de la demanda, o al conocimiento que las empresas poseen en lo concerniente a la evolución de sus costos de acuerdo con los procesos de manufactura establecidos y los tipos de bienes producidos (Cadena, 2011; Cunico, 2013)

De acuerdo con Tirole (1990, p. 85), muchas de las decisiones que toman los gerentes de las compañías pueden parecer irracionales a primera vista, sin embargo, una vez que han sido sometidas a evaluación, éstas pueden ser completamente racionales y obedecer a la necesidad de tomar decisiones urgentes que no permiten llevar a cabo cálculos complejos para analizar si con ello se logra maximizar los beneficios (Becerra, 2000).

3.1.4 Métodos de fijación de precios

Método basado en el costo

El precio es la suma de los costos de la empresa, más un porcentaje del margen fijo, la cantidad añadida representa la ganancia o ingresos para la empresa, sin embargo, el mercado aún establece el valor del bien o servicio, por lo tanto, limita la cantidad de dinero que puede agregarse (Anderson, 2016)

Este método es de uso general en contratos con el gobierno y en la industria de la construcción. Dichos productos o servicios tienen a menudo líneas de productos largas con objetivos de beneficios uniformes y procedimientos especializados.

Método basado en competencia.

Los precios que se fijan en función de la competencia varían según la posición de líder o seguidor de la empresa. En general las empresas crearán un precio similar al establecido en el sector, salvo que posean alguna ventaja o desventaja competitiva (Rodríguez,2016)

Una situación competitiva particular la constituye la licitación o concurso que se da en algunos mercados como el de la construcción y en la contratación pública, en los que gana quien ofrezca un precio más bajo dentro de las características establecidas, para decidir cuál es la mejor oferta a realizar en esas situaciones puede recurrirse a la determinación del valor esperado, que es el resultado de multiplicar la consecuencia económica de un acontecimiento por su probabilidad de ocurrencia (Gómez, 2016)

Método basado en la demanda

Se trata de un método bastante difícil de emplear en tanto que la empresa no conoce la función de demanda a la que se enfrenta. Sin embargo, con el conocimiento de algunos puntos de la referida curva, mediante datos históricos debido a su profunda subjetividad la percepción del consumidor marca el límite superior del precio del producto considerando su psicología y la elasticidad de la demanda a lo largo de un periodo (Anderson, 2016)

Este método se basa en situaciones de monopolio, o de oligopolio con fuerte diferenciación de marca, supuestos bastantes restrictivos en muchos mercados.

3.1.5 Estrategias de fijación de precios

Estrategias diferenciales

Los precios diferenciales son una estrategia de precios según la cual una compañía establece diferentes puntos de precio para los diferentes clientes basándose en diversas variables como el tipo de cliente, el volumen y los términos de distribución y pago. También es denominada precios discriminatorios debido a que las empresas esencialmente discriminan con su estrategia aumentando sus precios a los clientes dispuestos a pagarlos.

Estrategias competitivas

Una estrategia competitiva de precios es una técnica que las organizaciones utilizan para atraer a los clientes y lograr que compren productos de ellos en lugar de la competencia. Hay muchos aspectos a tener en cuenta al fijar el precio de un producto. Una estrategia competitiva de precios tiene que tener en cuenta todas las variables controlables, así como las variables que no se pueden controlar, como la confianza de los consumidores. Una buena estrategia competitiva de precios anima a los clientes a preferir una tienda que a otra (Ehow,2017)

Estrategias de precios psicológicos

Según la teoría económica, los precios son los indicadores de costo de un bien o servicio; sin embargo, evidencia empírica y análisis psicológico arroja que el precio trasciende las fronteras de lo económico e incluye un elemento psicológico representado por la percepción, con lo que su análisis se toma más complejo. La piedra angular de las estrategias de precios la constituye la forma en que los consumidores perciben los precios y desarrollan percepciones de valor (Portillo,2015)

Estrategias de precios para líneas de productos.

Es una estrategia de precios usada para vender distintos productos en el mismo rango a puntos de precio diferentes en base a características o beneficios.

Los precios de la línea de productos se usan cuando un producto principal es ofrecido con distintas características o beneficios, esencialmente creando múltiples

productos o servicios "diferentes". Por ejemplo, un auto podría ser el producto principal. Podría venir estándar, con un techo corredizo y un sistema de navegación o completamente equipado con todas las características y complementos. Cada producto sería valorizado en concordancia (Ehow, 2017)

Estrategias de precios para productos nuevos

Se divide en:

La fijación de precio por descremado:

Consiste en colocar a un nuevo producto un precio relativamente alto para lograr mayores ingresos capa por capa de los segmentos dispuesto a pagar un precio muy alto, es muy probable que la compañía venda menos, pero obtendría un margen mayor de ganancia. Además, las compañías que se dirigen a este tipo de estrategia es porque su segmento es un segmento Premium y es por ello que estas personas están dispuestas a pagar una gran cantidad de dinero por los beneficios que el producto les proporcionara calidad, volumen, buenos competidores (Portillo,2015)

Fijación de precio para penetrar en el mercado.

Fijar un precio bajo el concepto de penetración del mercado consiste en que cuando un nuevo producto sale al mercado tiene un precio muy bajo con el objetivo de atraer muchos clientes y de igual forma ganar mayor participación en el mercado (Portillo, 2015)

3.2 Lógica difusa

3.2.1 Historia

En el siglo XVIII el filósofo y obispo anglicano irlandés, George Berkeley y David Hume describieron que el núcleo de un concepto atrae conceptos similares. Hume en particular, creía en la lógica del sentido común, el razonamiento basado en el

conocimiento que la gente adquiere en forma ordinaria mediante vivencias en el mundo. En Alemania, Immanuel Kant, consideraba que solo los matemáticos podían proveer definiciones claras, y muchos principios contradictorios no tenían solución. Por ejemplo, la materia podía ser dividida infinitamente y al mismo tiempo no podía ser dividida infinitamente. Particularmente la escuela americana de la filosofía llamada pragmatismo fundada a principios de siglo por Charles Sanders Peirce, cuyas ideas se fundamentaron en estos conceptos, fue el primero en considerar "vaguedades", más que falso o verdadero, como forma de acercamiento al mundo y a la forma en que la gente funciona (Corzo,2011)

La idea de que la lógica produce contradicciones fue popularizada por el filósofo y matemático británico Bertrand Russell, a principios del siglo XX. Estudio las vaguedades del lenguaje, concluyendo con precisión que la vaguedad es un grado. El filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein estudió las formas en las que una palabra puede ser empleada para muchas cosas que tienen algo en común. La primera lógica de vaguedades fue desarrollada en 1920 por el filósofo Jan Lukasiewicz, visualizó los conjuntos con un posible grado de pertenencia con valores de 0 y 1, después los extendió a un número infinito de valores entre 0 y 1 (Corzo,2011)

La lógica difusa fue investigada por primera vez en 1965 por el ingeniero Lofty A Zadeh de la Universidad de Berkeley (California). Al principio, Zadeh no llamó a esta ciencia como lógica borrosa o difusa, sino Principio de Incompatibilidad (Duran, 2000)

Zadeh describe a la lógica difusa como una forma de procesamiento de información en la que los datos podrían tener asociados un grado de pertenencia parcial a ciertos conjuntos.

A mediados de los años de 70 comenzó a aplicarse a los sistemas de control, que fue cuando las primeras computadoras empotradas fueron lo suficientemente potentes para implementarla y ejecutar los algoritmos. Desde entonces se han incrementado el número de aplicaciones industriales y su utilización en productos de consumo.

En el lapso comprendido entre 1965 y 1974, Zadeh describió el concepto general del conjunto difuso y su función de pertenencia asociada, que toma valores en el intervalo unitario, así como los mecanismos de razonamiento y la lógica asociada a esta representación (Cunico, 2013)

Las investigaciones de Zadeh, permiten que el conocimiento, que es principalmente lingüístico y cualitativo sea representado en lenguaje matemático mediante conjuntos difusos y funciones características asociadas a ello. Esto no implica que deba trabajarse de forma exclusiva con valores numéricos, también es posible trabajar con términos lingüísticos, aunque más imprecisos, resultan ser más simples de comprender para el razonamiento humano (Duran, 2000)

En términos de lógica formal, un elemento dado pertenece o no pertenece a un conjunto. Sin embargo, de acuerdo con la lógica difusa o borrosa se le asigna un grado pertenencia. Tal grado de pertenencia es definido mediante la función característica asociada al conjunto difuso.

En el campo de la lógica difusa, o en inglés *fuzzy logic*, existen los conjuntos difusos y los subconjuntos borrosos, que son una colección de elementos bien definidos en la que es posible determinar para un objeto cualquiera, en un universo dado, si acaso éste pertenece o no al conjunto. La decisión, naturalmente, es “*sí pertenece*”

3.2.2 Conceptos básicos de Lógica Difusa

Conjunto difuso.

Es un conjunto sin un límite definido. La transición entre “pertener a un conjunto” y “no pertenecer a un conjunto” es gradual y esta transición suave es caracterizada por una función de pertenencia. Los conjuntos definidos de forma imprecisa desempeñan un papel importante en el pensamiento humano, particularmente en los dominios del reconocimiento de patrones, de la comunicación de la información y de la abstracción (Zadeh, 1965).

Conceptos impresos

Se acepta la imprecisión como una consecuencia natural de "la forma de las cosas en el mundo". La dicotomía entre el rigor y la precisión del modelado matemático en todo los campos y la intrínseca incertidumbre de "el mundo real" no es generalmente aceptada por los científicos, filósofos y analistas de negocios. Estos simplemente aproximan los eventos a funciones numéricas y escogen un resultado en lugar de hacer un análisis del conocimiento empírico. Sin embargo, procesan y entienden de manera implícita la imprecisión de la información fácilmente. Por lo tanto formulan planes, toman decisiones y reconocen conceptos compatibles con altos niveles de vaguedad y ambigüedad (Corzo, 2011)

Estas proposiciones forman el núcleo de nuestras relaciones con "la forma de las cosas en el mundo". Sin embargo, son incompatibles con el modelado tradicional y el diseño de sistemas de información.

Funciones de pertenencia

Una función de pertenencia de un conjunto borroso A sobre un universo de discurso X es de la forma $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, donde a cada elemento de X le corresponde un valor entre 0 y 1. Este valor, llamado valor de pertenencia o grado de pertenencia, representa el grado en el que el elemento de X pertenece al conjunto borroso A. (Zatarain, 2011)

La función de pertenencia permite representar gráficamente un conjunto borroso. En el eje "x" (abscisas) se representa el universo de discurso, mientras que en el eje "y" (ordenadas) se sitúan los grados de pertenencia en el intervalo [0,1].

Para construir funciones de pertenencia se suelen utilizar funciones sencillas, ya que al estar definiendo conceptos borrosos el uso de funciones complejas no aporta mayor precisión.

En general, si una función de pertenencia se da especificando los valores correspondientes a un conjunto discreto de elementos del universo de discurso, el

valor asociado al resto de los elementos se obtiene por interpolación (Zatarain, 2011)

3.2.3 Variables lingüísticas en la lógica difusa

La Teoría de Conjuntos Difusos puede utilizarse para representar expresiones lingüísticas que se utilizan para describir conjuntos o algoritmos, estos son capaces de captar por sí mismos la vaguedad lingüística de palabras y frases comúnmente aceptadas, como "gato pardo" o "ligero cambio". Una Variable Lingüística es aquella cuyos valores son palabras o sentencias que van a enmarcarse en un lenguaje predeterminado, donde se utilizará un nombre y un valor lingüístico sobre un Universo de Discurso, Además, podrán dar lugar a sentencias generadas por reglas sintácticas, a las que se les podrá dar un significado mediante distintas reglas semánticas (Corzo, 2011)

Pueden representarse:

X es pequeño, eso cuenta mucho, Pablo es alto

Las expresiones anteriores pueden dar lugar a expresiones lingüísticas más complejas como:

X no es tan pequeño, eso no es barato, pero tampoco caro, Pablo es alto y delgado

Así, se pueden ir complicando las expresiones. Por ejemplo, la expresión "x no es tan pequeño" puede calcularse a partir de la original calculando el complemento de la siguiente forma:

$$\mu_{\text{no_PEQUEÑA}}(x) = 1 - \mu_{\text{PEQUEÑO}}(x)$$

Tratando de esta forma los distintos modificadores lingüísticos (muy, poco, rápido, lento...) pueden ir calculándose todas las expresiones anteriores.

3.2.4 Sistemas difusos

Un sistema difuso es un sistema no lineal con una base de conocimiento que consiste en reglas difusas SI-ENTONCES. El valor de entrada al sistema difuso se transforma en un valor de salida utilizando la lógica difusa. A la base de conocimiento también se le llama base de reglas y es el corazón del sistema difuso. En el diseño de un sistema difuso, la base de reglas es el punto inicial para construir el sistema, debido a que en ella se tienen los valores posibles de las variables de entrada para concluir con la acción a efectuar a la salida, en términos lingüísticos de funcionamiento. (Tremante, 2014)

Su estructura está constituida por tres bloques principales: el de transformación de los valores numéricos en valores de Lógica difusa; el motor de inferencia que emplea las reglas; y el bloque de conversión de los valores de la Lógica difusa en valores numéricos.

En un sistema basado en lógica difusa se transforman los datos o valores numéricos de la entrada al dominio de las reglas intuitivas y lingüísticas de la LD para realizar el tratamiento de los mismos y después convertir los resultados en valores numéricos para darles la representación tradicional.

3.2.5 La teoría de subconjuntos borrosos

Lotfi Zadeh (1965), en su artículo “Fuzzy Sets” introduce el concepto de conjunto borroso para referirse a la clase de conjuntos definidos de un modo impreciso, es decir, con un grado de pertenencia continuo, emulando el razonamiento humano (Rico, 2008).

Zadeh amplió la teoría clásica de conjuntos para poder operar con clases definidas por predicados vagos y lo logró mediante la generalización del concepto de pertenencia al conjunto A, para el que, en aquel momento solo existían dos posibilidades, que son:

1. X pertenece a A.
2. X no pertenece a A.

Las dos afirmaciones anteriores expresadas en álgebra de Boole se representan de la siguiente manera: $\mu_A(x) = 1$ o $\mu_A(x) = 0$, donde el valor 1 representa un valor verdadero y 0 un valor falso, respectivamente. Expresado de otra manera, los valores no son sólo los números 0 y 1, sino todos los valores comprendidos en ese intervalo, de tal forma que la pertenencia dejó de ser abrupta para ser graduada (Lazzarri Luisa, 2007).

El conjunto borroso, siendo de naturaleza no estadística, es más general que el ordinario y con mayor ámbito de aplicación al tratar con problemas en los que la imprecisión aparece como consecuencia de la ausencia de criterios de pertenencia definidos, en vez de la presencia de variables aleatorias (Rico, 2008)

3.2.6 Lógica Difusa y Gestión Empresarial.

En la pesquisa sobre lógica difusa, Fernández Pila describe que, en la actualidad, la inestabilidad y la incertidumbre de los entornos económicos, sociales y tecnológicos de las organizaciones ha llevado a los investigadores a buscar nuevas maneras de estudiarlas.

Las obras derivadas de la investigación de la gestión empresarial contienen modelos matemáticos basados en la precisión de su información, los cuales hacen que la solución se aleje sustancialmente del mundo real ya que éste está lleno de inconsistencias; por lo tanto, ante tales situaciones se ha hecho necesaria la introducción de esquemas matemáticos flexibles y ajustados a la realidad.

En el ámbito corporativo, la teoría sobre la borrosidad se ha extendido a todas las áreas de decisión en las que se manejan estimaciones subjetivas basadas en la información disponible y en la propia experiencia, por ejemplo: modelos de decisión utilizados con criterios de optimización, modelos de producción, inventarios, seguros de vida, localización de plantas industriales, selección de carteras, estrategia de entrada a mercados extranjeros, valoración de intangibles en empresas de comercio electrónico con modelo B2B, B2C (*Business to Business, Business to Consumer*), etc. De igual forma, resulta aconsejable aplicar técnicas de

lógica difusa para la resolución de problemas muy complejos, es decir, cuando se carece de un modelo matemático simple o para la aplicación de procesos altamente no lineales, o si el procesamiento del conocimiento experto (lingüísticamente formulado) puede ser desempeñado (Velazquez, 2014).

En estos modelos, el significado de la palabra conjunto es simple, puesto que se refiere a un grupo de objetos, los cuales son diferentes unos de otros.

Mientras los conjuntos son específicos, los subconjuntos no comprenden forzosamente la totalidad de los elementos del conjunto (Gil, 2011)

Cuando se considera un elemento de un conjunto, es posible determinar su pertenencia o no pertenencia a un subconjunto de referencia, que se le llama frecuentemente “referencial”. (Gil, 2011)

Dado un referencial tal como:

$$(1) E = \{a, b, c, e, f, g\}$$

$$(2) H = \{b, c, e, g\}$$

H es un subconjunto de E donde b, c, e y g pertenecen a H mientras que a, d y f no pertenecen a H.

En el ámbito empresarial es común ver esta clase de situaciones en las que surgen subconjuntos por ejemplo:

En la empresa YBX, se pretende realizar una renovación de personal observando que las edades de los empleados van desde los 18 hasta los 70 años. Dicho conjunto cuenta con subconjuntos referenciales, donde en el primero, llamado “empleados jóvenes” se encuentran todos aquellos trabajadores de 18 a 35 años y en el segundo llamado “empleados viejos” se compone de todos aquellos cuya edad se halla comprendida entre los 60 y 70 años de edad.

Por lo tanto, se puede asignar el valor 1 para la pertenencia y el 0 para la no pertenencia. De esta manera (3) y (4) se escriben:

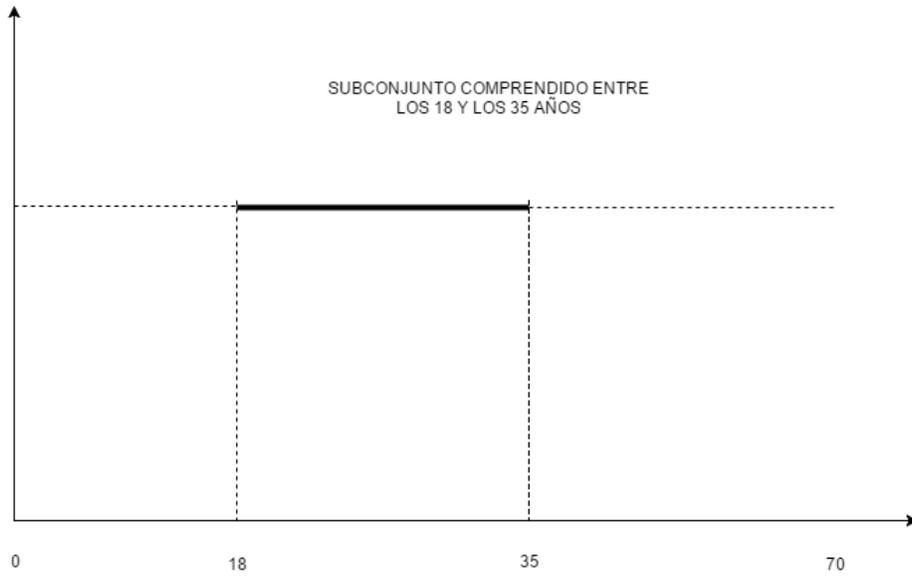
(3) **E** =

A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1

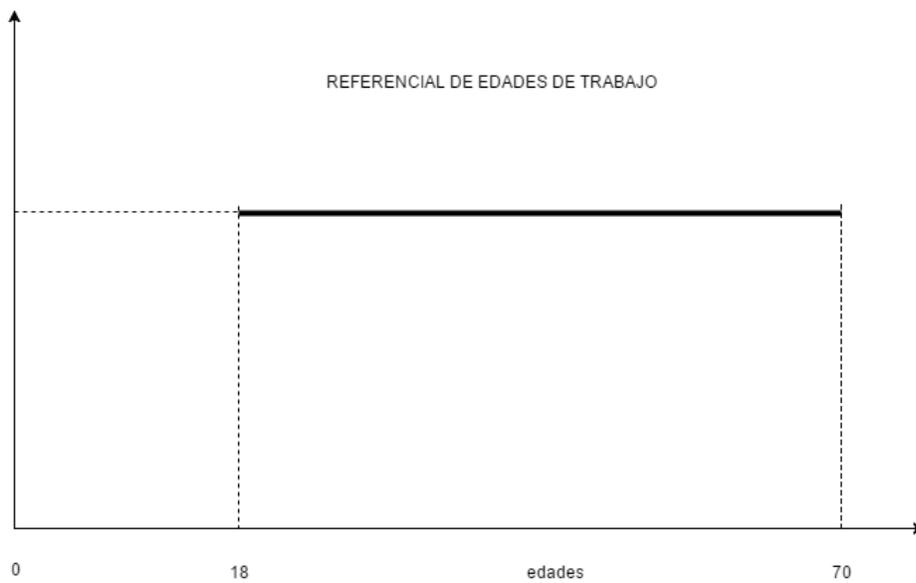
(4) **G** =

A	B	C	D	E	F	G
0	1	1	0	1	0	1

Sin embargo, esta clase de nomenclatura es difícil de acotar dentro de una recta al momento de graficar, es por ello que resulta más cómodo utilizar una figura en un sistema de coordenadas, en la que se representan las situaciones de no pertenencia o pertenencia a través de las posiciones de 0 y 1 tal como aparecen en la figuras (1) y (2).



Gráfica 1 Referencial de edades de trabajo, fuente (Gil, 2005)

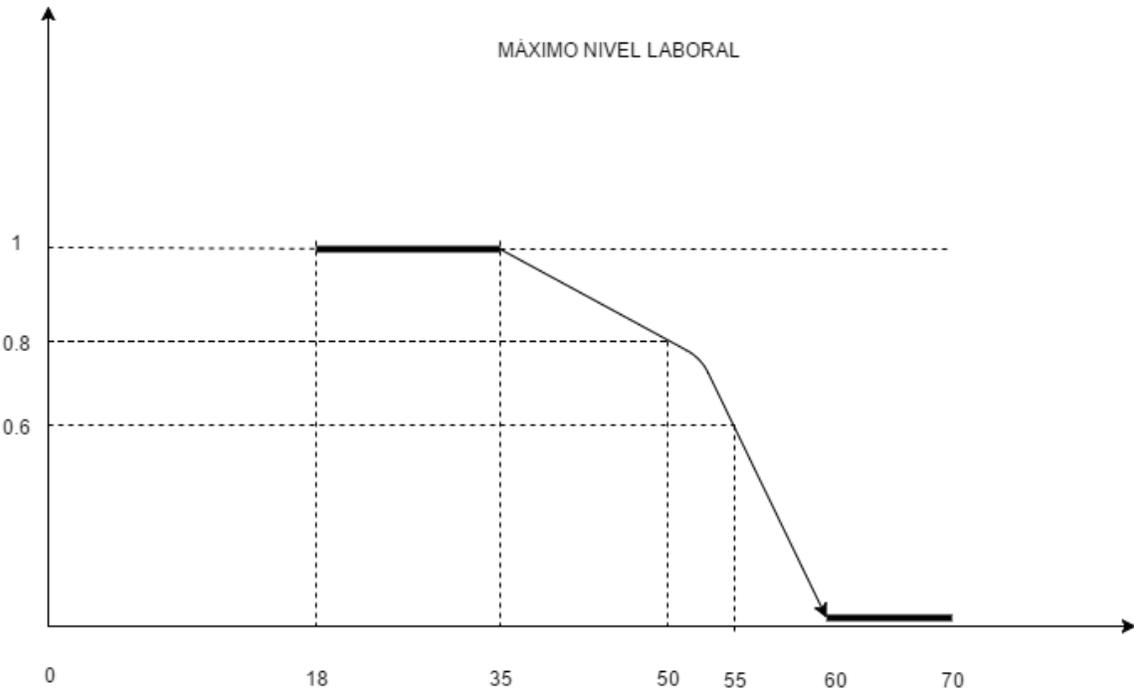


Gráfica 2 Subconjunto de edades comprendidas entre los 18 y los 35 años, fuente (Gil, 2005)

A pesar de que en este ejemplo, los subconjuntos se encuentran diferenciados, es difícil encontrar en el mundo real esta clase de términos, pues se hace necesario construir matizaciones para lograr el objetivo, por ejemplo:

Se considera el subconjunto “edad de vigor en el trabajo” donde se acepta que a partir de los 60 años el esfuerzo laboral se halla en declive.

Como se muestra en la figura 3, a la edad de 18 años los trabajadores de la empresa YBX se encuentran en su máximo nivel laboral, por lo tanto, tienen un nivel de pertenencia 1 en el subconjunto “edad de vigor en el trabajo”. Conforme la edad va avanzando el nivel de pertenencia de los trabajadores en dicho subconjunto va disminuyendo, hasta llegar a la edad de 60 años donde el nivel de pertenencia es 0, en virtud de que a partir de esa edad, los empleados ya no son considerados como aptos para el tipo de trabajo requerido por la organización. El subconjunto “edad de vigor en el trabajo” se llamará borroso o impreciso.



Gráfica 3 Máximo nivel laboral, fuente (Gil, 2005)

Para ejemplificar subconjuntos véase nuevamente el ejemplo 3.

(3) E

	a	b	c	d	e	f	g
E	1	1	1	1	1	1	1

Donde se especifica el subconjunto b dando a cada letra un nivel de pertenencia entre el 0 y el 1.

(5) $\underline{B} =$

	a	b	c	d	e	f	g
\underline{B}	0.2	0.7	1	0.4	0	0.3	0.9

El nivel de pertenencia es obtenido según los datos y el conocimiento que se tenga de la situación en cuestión es importante mencionar que el máximo nivel de pertenencia es 1 (es decir el que más está cercano al problema) y el mínimo es 0 (el que está completamente fuera de las características del problema).

El aspecto borroso del subconjunto queda indicado a través de una tilde debajo de la letra (Gil, 2011), asignando como función característica aquella que indica pertenencia $\mu_{\tilde{A}}(x)$.

Por otra parte, dentro del problema de personal de la empresa YBX, también existe la contratación de nuevos empleados, donde, por característica principal, se contrata gente que pueda realizar una determinada actividad cuyas características son conocidas.

Es difícil imaginar que se consiga encontrar a una persona que posea de manera absoluta las características requeridas. Puede estar “un poco debajo” o “un poco más allá” de ciertos requerimientos que han sido considerados como ideales. (Lazzarri, 2007). deduciendo que, en el mundo real es necesario usar matizaciones, puesto que no todas las cosas funcionan con el “todo o nada”.

En resumen, al comparar a un determinado candidato contra el perfil que se desea conseguir, no es posible obtener un resultado apto o no apto de manera absoluta, pues al examinar sus características y sus cualidades técnicas, será necesario determinar su grado de aptitud, comportamiento profesional, adaptación al equipo de trabajo, etc.

Este tipo de cuestiones empresariales pueden ser resueltas a través de subconjuntos borrosos, estimando la desviación de la distancia entre el perfil ideal y la persona que se está analizando. (Gil, 2011). Es así como dentro de la lógica difusa surge el valor del desorden o entropía.

La entropía es aquella valoración de distancia entre los conceptos de los subconjuntos borrosos. En el ejemplo 5 se considera un subconjunto vulgar de B tal

que para todo valor superior al 0.5 sea perteneciente al subconjunto (1) y para todo valor igual o menor al 0.5 no sea perteneciente al subconjunto (0).

(6) $\underline{B} =$

a	b	c	d	e	f	g
0.2	0.7	1	0.4	0	0.3	0.9

(7) $\underline{B} =$

a	b	C	d	e	f	g
0	1	1	0	0	0	1

Si se calcula la suma de las desviaciones en terminos absolutos entre (6) y (7) se obtiene:

$$(8) (B, B) = |0.2-0| + |0.7-1| + |1-1| + |0.4-0| + |0-0| + |0.3-0| + |0.9-1|$$

$$= 0.2+0.3+0+0.4+0+0.3+0.1=1.3$$

Dividiéndolo por el número de elementos que son 7 (con objeto de tener siempre el número comprendido entre el 0 y el 1); donde el resultado es una valoración de la entropía que existe en B

$$(9) (B, B) = 1.3/7 = 0.185$$

De esta manera es como se puede aplicar la lógica difusa a la selección de personal mediante cuestionarios que contengan matizaciones a fin de que los candidatos puedan aplicar sus conocimientos, en función de que resulta anormal que una

persona se sienta atraída de manera absoluta hacia un determinado oficio (puede sentirse muy atraído, bastante atraído o poco atraído).

El aspecto de mayor importancia es conocer la forma en como expresar los matices en términos matemáticos para que, a través de ellos, sea posible obtener conclusiones matizadas.

Asimismo, resulta crítico resaltar la importancia de los *fuzzy sets*, conjuntos borrosos o subconjuntos vulgares, donde es posible realizar comparativas y combinaciones mediante los símbolos *AND*, *OR*, *NOT*.

(10) $H_1 =$

a	b	c	d	e	f	g
1	0	0	1	0	1	1

(11) $H_2 =$

a	b	c	d	e	f	g
1	0	1	1	0	0	1

Es así como se obtiene el subconjunto H_3 donde todos los elementos deben de pertenecer a H_1 y H_2 por ejemplo la letra *a* pertenece a H_1 y H_2 sin embargo *b* no pertenece a ninguno de los dos grupos.

(12) $H_3 =$

a	b	c	d	e	f	g
1	0	0	1	0	0	1

Expresando dicha operación con una intersección (la intersección proporciona el subconjunto de elementos que tienen simultáneamente las propiedades de H_1 y H_2) (Gil, 2011):

(13) $H_3 = H_1 \cap H_2$

También puede existir la unión de subconjuntos *OR*, es decir cuando se puede escoger uno o el otro subconjunto o en su defecto los dos, por ejemplo tenemos el grupo *H4* el cual fue formado por la pertenencia ya sea del subconjunto *H1* o *H2* o de los dos, así se puede observar que *a* pertenece a *H1* y *H2* y por lo tanto pertenece a *H4*; *b* no pertenece ni a *H1* ni a *H2*, entonces *b* no pertenece a *H4* y así sucesivamente con cada letra de dichos subconjuntos.

(14) $H_4 =$

a	b	c	d	e	f	g
1	0	1	1	0	1	1

Esta operación se representa mediante el símbolo \cup :

(15) $H_4 = A_1 \cup A_2$

La suma disyuntiva se presenta cuando un subconjunto nuevo pertenece a uno u otro subconjunto anterior pero nunca a los dos, es así como se obtiene el resultado en el subconjunto *H5* retomando una vez más los ejemplos *H1* y *H2*.

(16) $H_5 =$

a	b	c	d	e	f	g
0	0	1	0	0	1	0

En ocasiones, puede existir confusión en los lenguajes naturales entre el *AND* y el *OR* lo que, expresado matemáticamente puede arrojar como resultado una conclusión incorrecta. Esta operación se distingue por el símbolo \oplus .

(17) $H_5 = H_1 \oplus H_2$

Otra operación importante es la de complementación: a pertenece a H_1 , entonces a no pertenece a H_6 . Si H_6 es el complementario de H_1 , b al no pertenecer a H_1 pertenece a H_6 .

La complementación se representa de la siguiente manera

(18) H_6

	a	b	c	d	e	f	g
:	0	1	1	0	1	0	0

(19) $H_6 = \hat{H}_1$

Lamentablemente, los subconjuntos vulgares solo pueden ser combinados en estas tres opciones y no matizados, lo cual no es óptimo para aplicar en la resolución de problemas organizacionales cotidianos, pues, a través de éstos se puede afirmar que un objeto es caro o barato, pero no resulta posible representar con exactitud el valor que una persona le otorga. Por ejemplo, puede existir un producto que por 50 pesos sea caro y otro que por 500 pesos sea barato.

En el lenguaje coloquial la expresión “no barato” no es exactamente igual a “caro”. De la misma manera expresar que algo “no es caro” no quiere decir que sea “barato”. Cuando esto se expresa dentro de un subconjunto vulgar mediante una intersección y su complementaria, se tiene como resultado un vacío, porque se pueden realizar toda una serie de combinaciones que no son posibles de efectuar aplicando subconjuntos borrosos.

Para describir dichos vacíos, debe realizarse una operación para conocer la capacidad de visualizar el nivel de pertenencia de la situación dada, es decir, el nivel más bajo que exista entre los dos conjuntos, el cual puede pertenecer tanto a uno como al otro ; por ejemplo:

Se retoma el ejercicio E:

(3) $E =$

a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	1	1	1	1

Donde se obtienen los subconjuntos B1 Y B2:

(20) \underline{B}_1

a	b	c	d	e	f	g
0.3	1	0.2	0	0.9	0.5	0.7

(21) \underline{B}_2

a	b	c	e	e	f	g
0.4	0.1	0	1	0.8	0.6	0.7

El elemento a pertenece a B1 con un nivel 0.3 y a B2 con un nivel 0.4, por lo tanto en la intersección de los dos subconjuntos se toma el nivel mas pequeño, es decir, 0.3 en función de que dicho nivel pertenece tanto a B1 como a B2, así, en b se tomara 0.1 para c 0, para d 0 para e 0.8 y así sucesivamente.

(22) $\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 =$

a	b	e	d	e	f	g
0.3	0.1	0	0	0.8	0.5	0.7

Mediante esta intersección, se podrá obtener el menor valor asignado a cada elemento de la función característica de pertenencia en cada subconjunto borroso contenido.

$$\forall x \in E: \mu_{\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2}(x) = \text{Min}(\mu_{\underline{B}_1}(x), \mu_{\underline{B}_2}(x))$$

O descrito de otra manera:

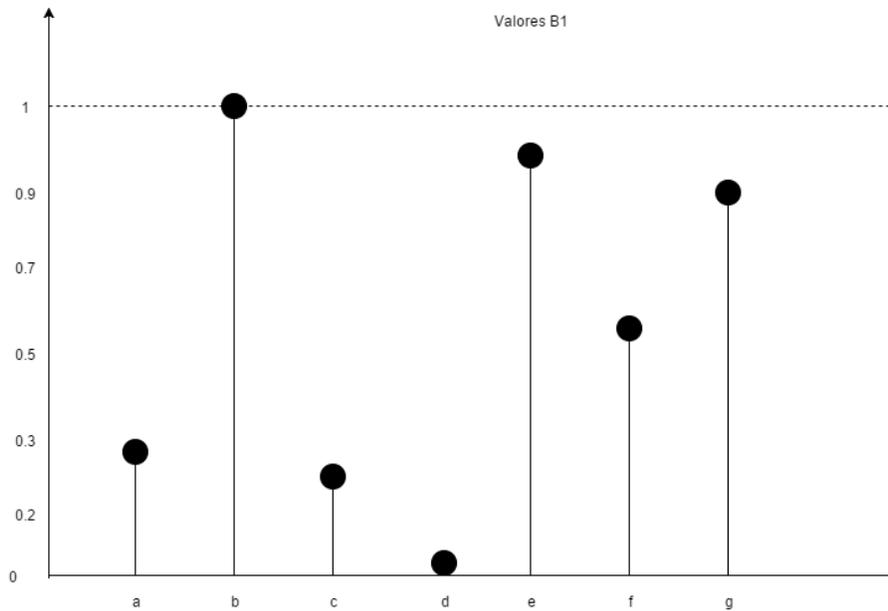
$$(23) \underline{B}_1 = \{(a, 0.3), (b, 1), (c, 0.2), (d, 0), (e, 0.9), (f, 0.5), (g, 0.7)\}$$

$$(24) \underline{B}_2 = \{(a, 0.4), (b, 0.1), (c, 0), (d, 1), (e, 0.8), (f, 0.6), (g, 0.7)\}$$

Donde el resultado es:

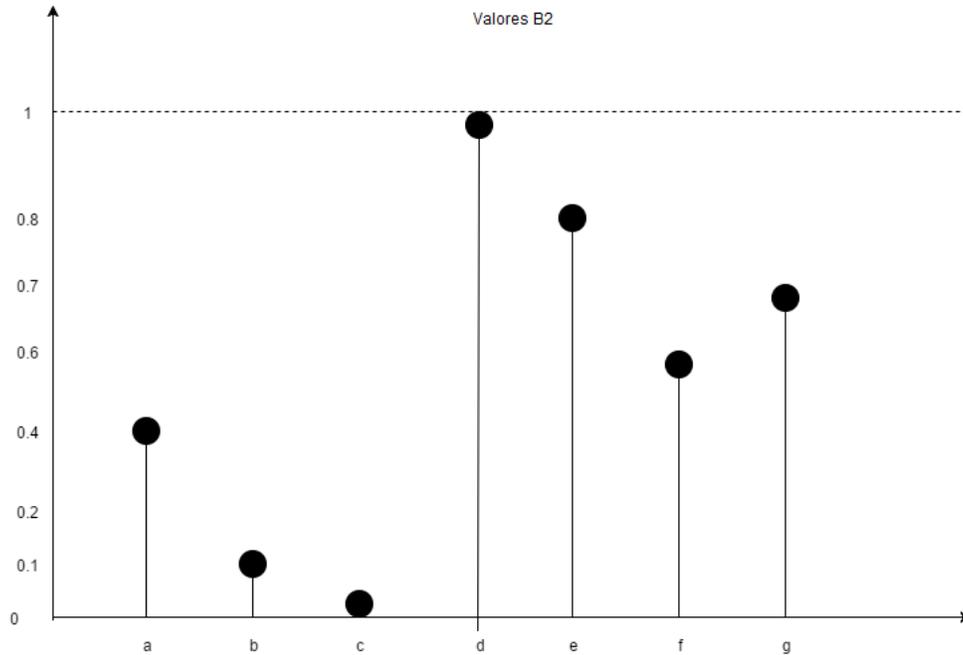
$$(25) \underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 = \{(a, 0.3), (b, 0.1), (c, 0), (d, 0), (e, 0.8), (f, 0.5), (g, 0.7)\}$$

Y gráficamente se representa:



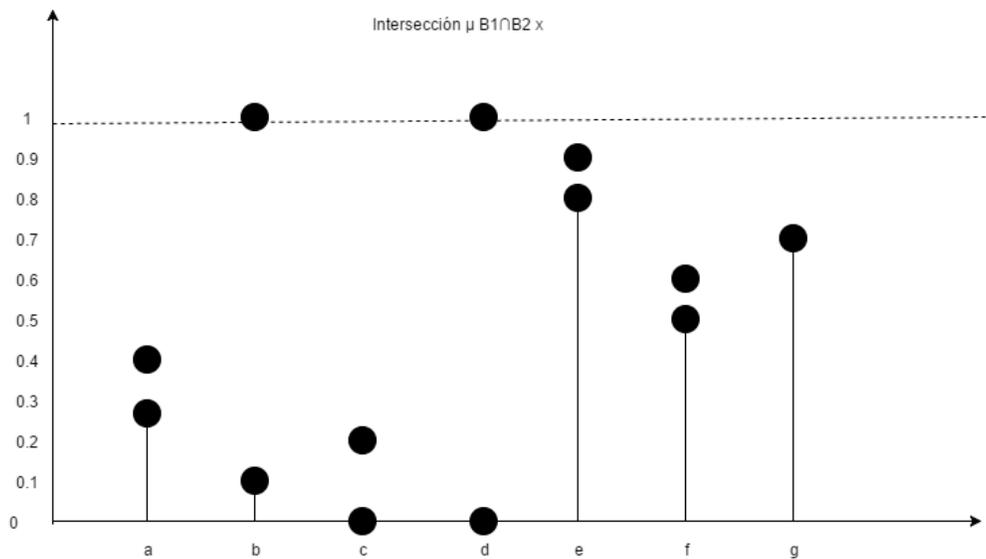
Gráfica 4: Valores B1, fuente (Gil, 2005)

Representación de los valores del subconjunto B1



Gráfica 5: Valores B2, fuente (Gil, 2005)

Representación de los valores del subconjunto B2



Gráfica 6: $B1 \cap B2$, fuente (Gil, 2005)

Representación de la intersección de los valores de B1 y B2 (todos los valores en un mismo plano)

De igual manera, se puede realizar la unión de estos subconjuntos, donde se selecciona el mayor valor de cada uno de los elementos.

$$(26) \quad \underline{B}_1 \cup \underline{B}_2 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0.4 & 1 & 0.2 & 1 & 0.9 & 0.6 & 0.7 \\ \hline \end{array}$$

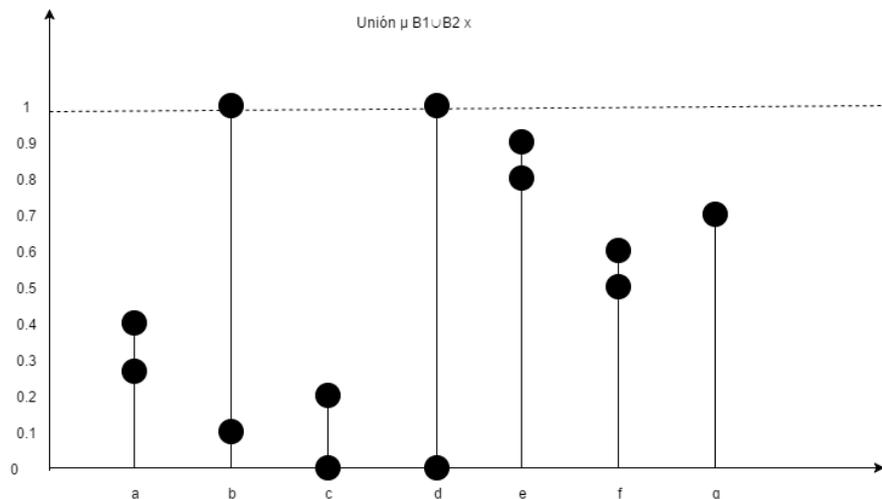
Representándolo como:

$$\forall x \in E: \mu_{\underline{B}_1 \cup \underline{B}_2}(x) = \text{Max}(\mu_{\underline{B}_1}(x), \mu_{\underline{B}_2}(x))$$

Se expresa:

$$(27) \quad \underline{B}_1 \cup \underline{B}_2 = \{(a, 0.4), (b, 1), (c, 0.2), (d, 1), (e, 0.9), (f, 0.6), (g, 0.7)\}$$

Graficamente:



Gráfica 7: $B_1 \cup B_2$, fuente (Gil, 2005)

Representación de la unión de los valores de B1 y B2

La función complementaria es aquella donde se aporta el valor restante para llegar al 1:

(27) $\underline{B}_1 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.7	0	0.8	1	0.1	0.5	0.3

$\underline{B}_2 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.6	0.9	1	0	0.2	0.4	0.3

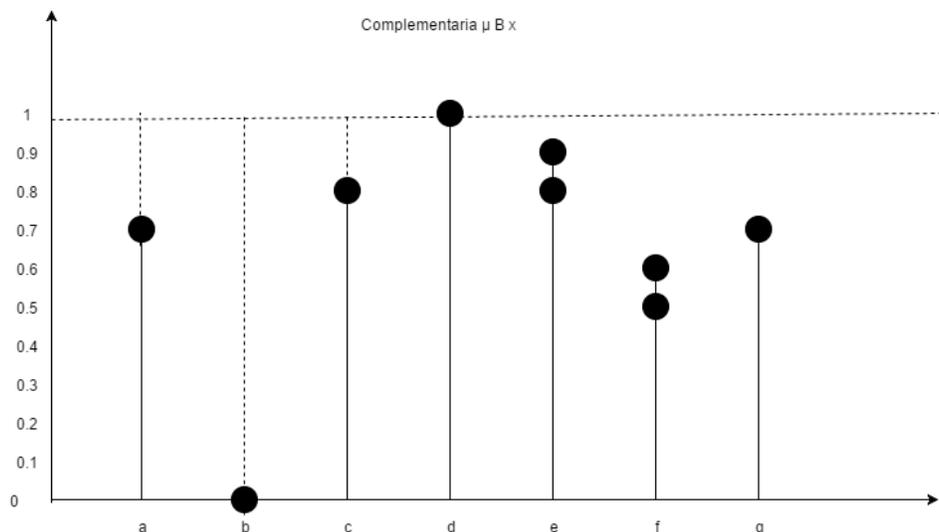
Representado de la siguiente forma:

$$\forall x \in E: \mu_{\underline{B}}^{(x)} = 1 - \mu_{\underline{B}}^{(x)}$$

Se selecciona:

(28) $\underline{B} = \{(a, 0.7), (b, 0), (c, 0.8), (d, 1), (e, 0.1), (f, 0.5), (g, 0.3)\}$

Se representa de forma gráfica de la siguiente manera:



Gráfica 8: Complementaria, fuente (Gil, 2005)

Representacion de la funcion complementaria (todos los valores estan en un mismo plano donde se visualiza cual es la cantidad que falta para llegar al punto maximo que es el 1

La suma disyuntiva de estos subconjuntos borrosos se define como sigue:

(29) $\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.3	0.9	0.2	0	0.2	0.4	0.3

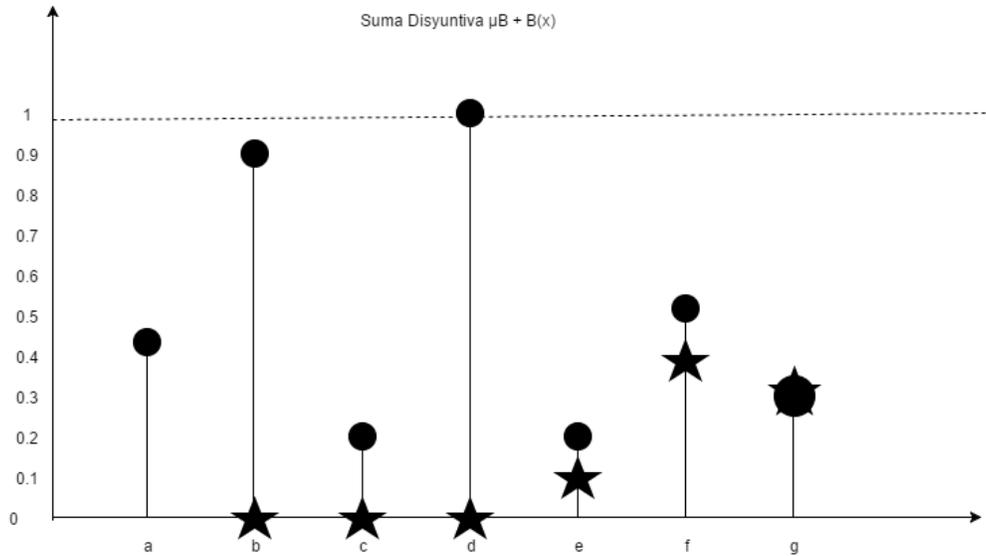
(30) $\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.4	0	0	1	0.1	0.5	0.3

(31) $\underline{B}_1 \oplus \underline{B}_2 = (\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2) \cup (\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2) =$

a	b	c	d	e	f	g
0.4	0.9	0.2	1	0.2	0.5	0.3

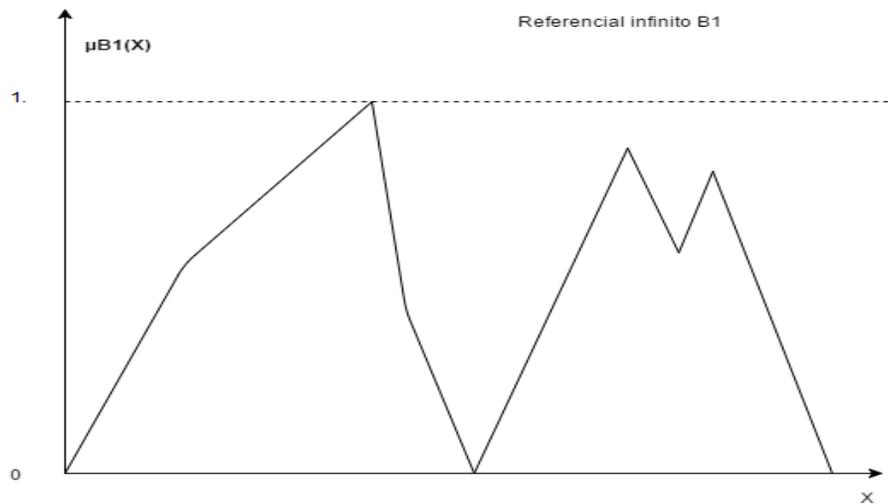
Expresándolo gráficamente:



Gráfica 9: Suma disyuntiva, fuente (Gil, 2011)

La suma disyuntiva es aquella donde se realiza una diferencia entre la unión y la intersección dando el resultado con los números más altos de las mismas.

También pueden existir referenciales infinitos; por ejemplo en el caso de B1 y B2 se representa gráficamente la evolución de los valores asignados a las funciones características de estos subconjuntos.



Gráfica 10: Referencial B1, fuente (Gil, 2011)

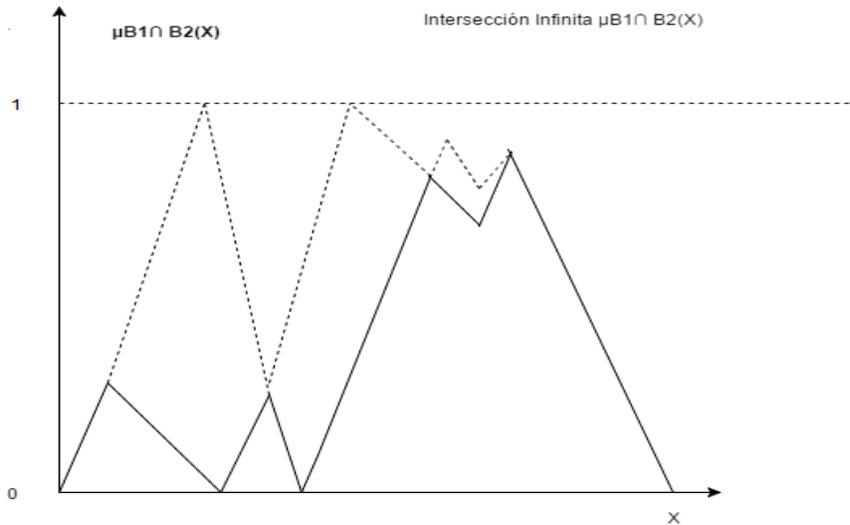
Referencial infinito de B1 donde todos los puntos del subconjunto se unen creando el area de panorama de dicho evento.



Gráfica 11: Referencial B2, fuente (Gil, 2011)

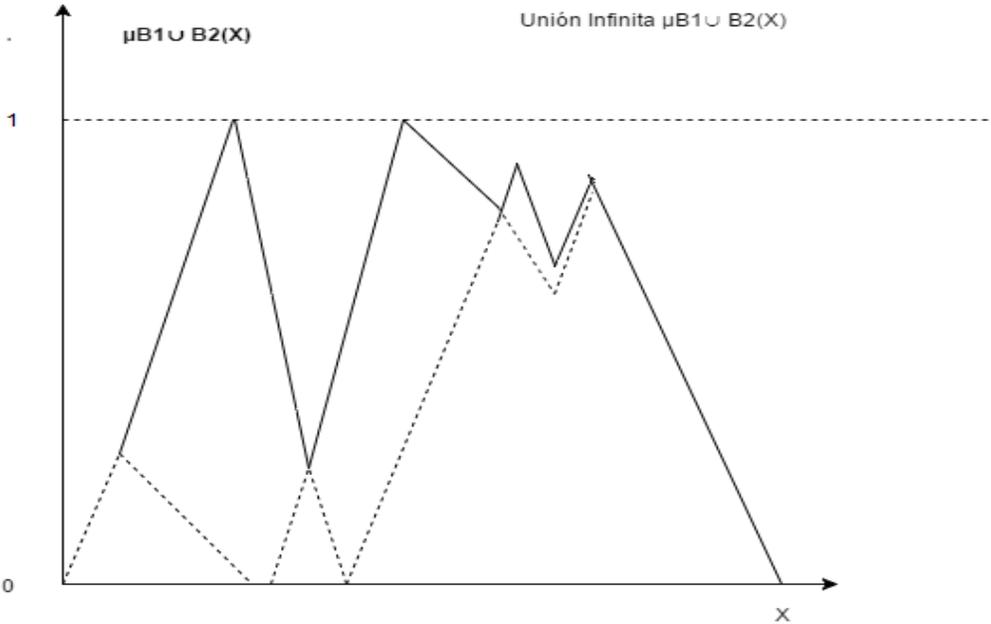
Referencial infinito de B2 donde todos los puntos del subconjunto se unen creando el area de panorama de dicho evento.

Resultara para la intersección y la unión, respectivamente:



Gráfica 12: Intersección infinita, fuente (Gil, 2011)

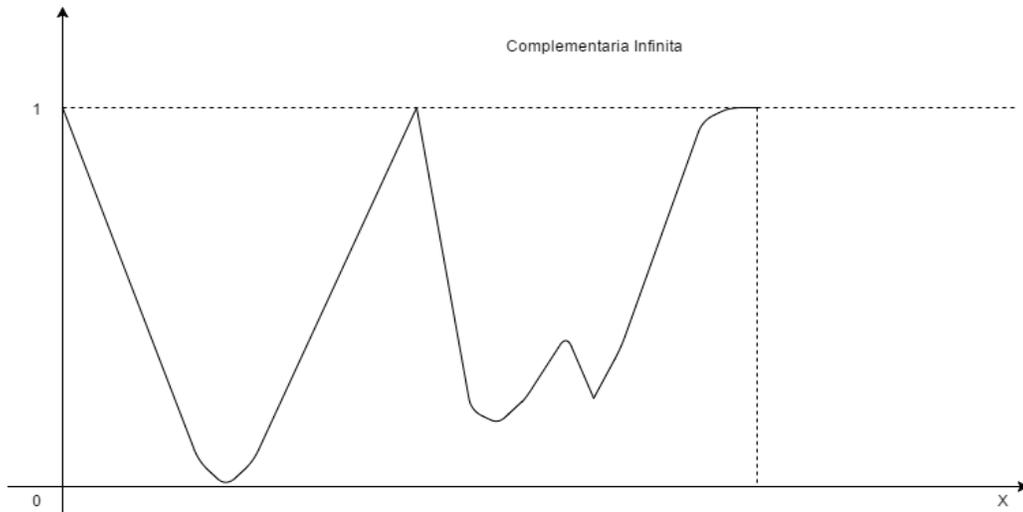
Referencial infinito de la intersección B1 y B2 donde las areas de los dos subconjuntos se unen especificando los de menor valor.



Gráfica 13: Unión infinita, fuente (Gil, 2005)

Referencial infinito de la intersección B1 y B2 donde las areas de los dos subconjuntos se unen especificando los de mayor valor.

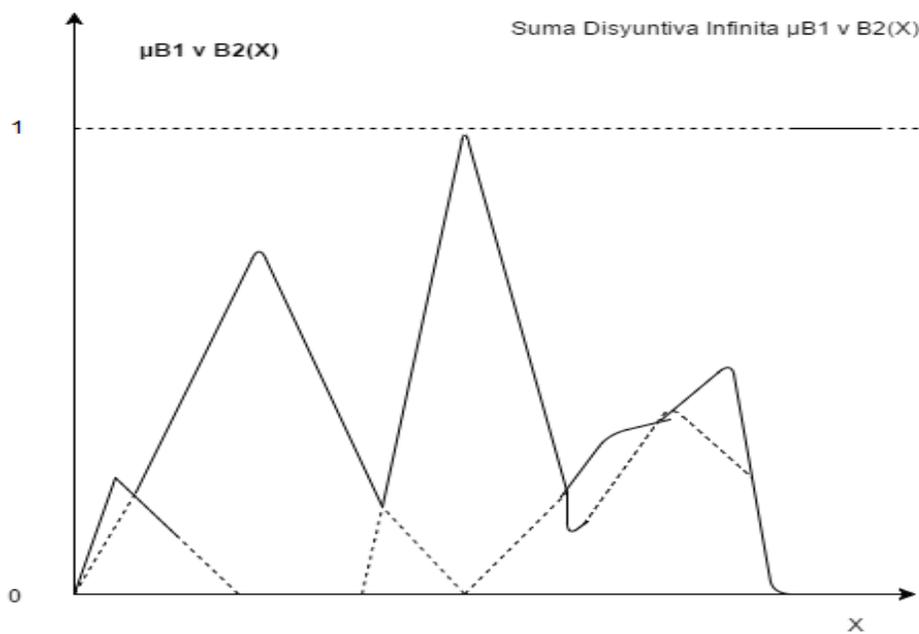
Para la complementación:



Gráfica 14: Complementaria infinita, fuente (Gil, 2005)

Representación de los subconjuntos de B1 y B2 en un área específica, sin punto final, para llegar al máximo que es uno.

Por último, la suma disyuntiva



Gráfica 15: Suma disyuntiva infinita, fuente (Gil, 2005)

Áreas de B1 y B2 donde los mayores valores recrean el espacio a seguir sin tener un punto final

Medida y valuación

La medida es el concepto que debe satisfacer ciertas características, entre ellas la aditividad. Así, se tienen dos subconjuntos vulgares A y B, los cuales son disjuntos (no tienen elementos en común):

$$m(A \cup B) = m(A) + m(B)$$

Sin embargo, este concepto no puede ser utilizado fácilmente, pues cuando se pretende medir la sensación o percepción de alguien, únicamente se puede aplicar la valuación.

Ténganse A y B, donde A está incluido en B, por lo tanto, el nivel de pertenencia siempre será más alto en B que en A, determinando un concepto de “Sensación” en estos subconjuntos.

$$v(A) \leq v(B)$$

En el lenguaje ordinario es fácil confundir las nociones de azar e incertidumbre, así como las de probabilidad y posibilidad.

Por ejemplo, puede alguien decir: “Él tenía pocas probabilidades de estar aquí”. Al utilizar el vocablo “probable” la persona que habla expresa una pequeña estadística según las veces que alguien ha estado o no ha estado en ese lugar, para así poder determinar la probabilidad de tal acontecimiento. (Se habla de una probabilidad cuando es posible realizar una medida, pero si no resulta factible se puede recurrir a la posibilidad).

En la lógica difusa existen infinitud de conceptos de valuación, mientras que en la lógica normal se utiliza la probabilidad, donde solo existe un solo concepto.

Para utilizar la valuación llamada “posibilidad”, se considera el referencial (2.3) designando a H como subconjunto borroso y a E como subconjunto borroso de comparación (también llamado ley de posibilidad).

(33) $\underline{H} =$

a	b	c	d	e	f	g
0.3	0.8	0	1	0.4	0.2	0.5

Se realiza una intersección:

(34) $\underline{A} \cap \underline{H} =$

a	b	c	d	e	f	g
0.3	0.4	0	0.2	0	0.2	0.2

Determinando la posibilidad de intersección de A y H donde el resultado, es el máximo nivel obtenido entre $\underline{A} \cap \underline{H}$.

(35) $V_{\underline{H}}(\underline{A}) = \text{Max} (0.3, 0.4, 0, 0.2, 0, 0.2, 0.2) = 0.4$

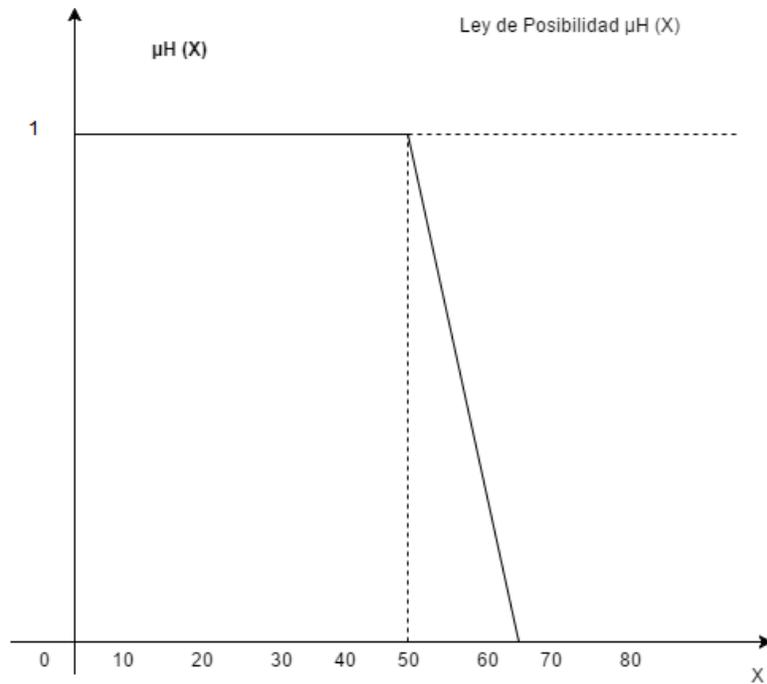
Se expresa así:

(36) $V_{\underline{H}}(\underline{A}) = \text{Max } \mu_{\underline{A} \cap \underline{H}}^{(x)}$

Por ejemplo:

Una empresa tiene una oferta por parte de un proveedor en la que se especifica la cantidad y calidad de una materia prima, la cual normalmente se acepta rígidamente en adecuación al precio (hasta 50 si, más de 50 no). Sin embargo, puede existir una cierta flexibilidad al cerrar el trato, es decir, que hasta 50 existe una pertenencia y a partir de 60 existe una no pertenencia, pero las situaciones intermedias pueden ser estudiadas de acuerdo con una cierta graduación de interés.

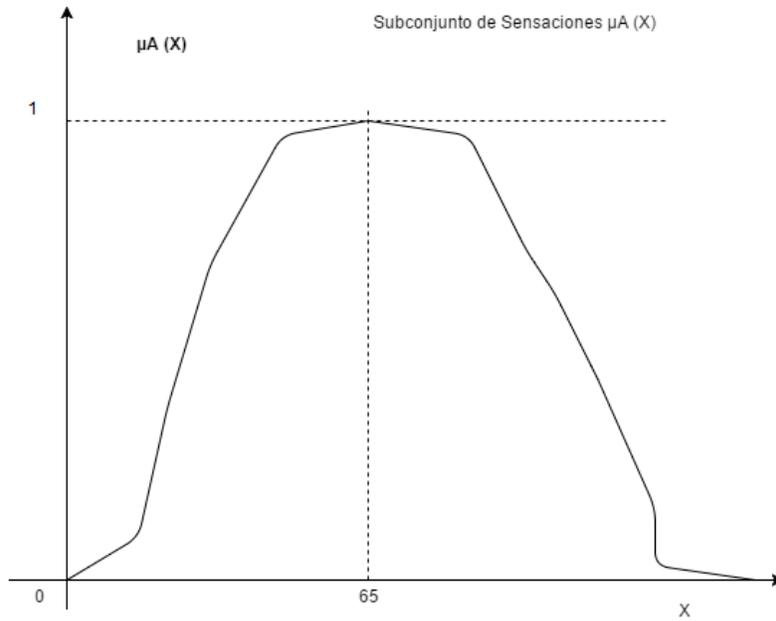
En este caso, la ley de posibilidad puede representarse gráficamente como sigue:



Gráfica 16: Ley de posibilidad, fuente (Gutierrez, 2006)

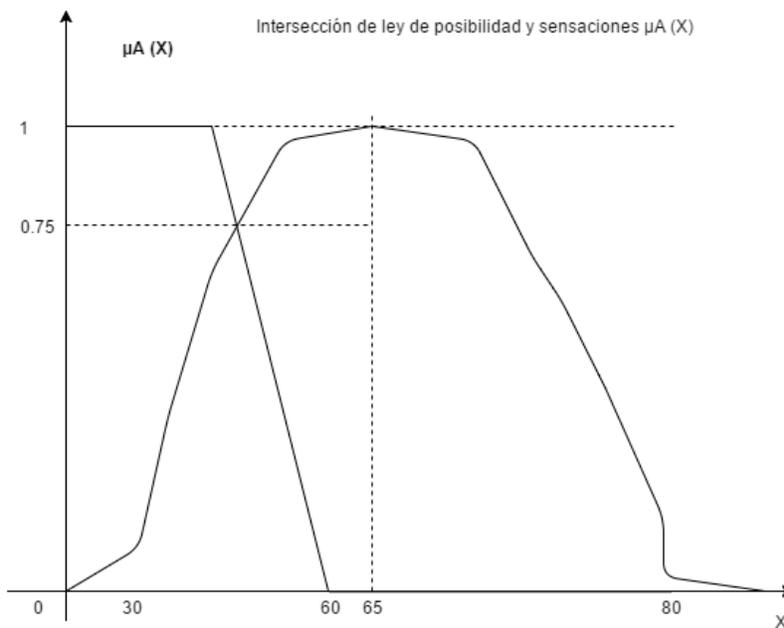
Ley de la posibilidad constituye los límites que se interponen en algún tipo de operación dentro de la lógica difusa.

Si se representa ahora un subconjunto borroso A relativo a las sensaciones de la oferta que va a recibir:



Gráfica 17: Subconjunto sensaciones, fuente (Gutierrez, 2006)

Los subconjuntos de sensaciones son el resultado sobre la aceptación de los límites de la ley de posibilidad y un punto medio entre estos.



Gráfica 18: Intersección ley de posibilidad y sensaciones, fuente (Gutierrez 2006)

Representación de la ley de posibilidad junto con los conjuntos de sensaciones donde se pueden ver los límites a seguir y el punto medio al cual llegar creando un punto de equilibrio entre los dos conceptos.

Los números borrosos

Son aquellos subconjuntos borrosos del referencial de los reales con función de pertenencia normal (definiendo a la X como función de pertenencia normal para la que $\mu(x)$ tome el valor 1 y convexa donde el desplazamiento hacia la derecha e izquierda de x, $\mu(x)$ va disminuyendo)

Los números borrosos se representan en los segmentos cortados en ciertos niveles según su valor de pertenencia

Escribiéndose

$$\alpha=1 \quad A_1 = (4, 4)$$

$$\alpha=0.9 \quad A_{0.9} = (2.8, 5.2)$$

$$\alpha=0.8 \quad A_{0.8} = (2, 5.6)$$

$$\alpha=0.7 \quad A_{0.7} = (1.8, 6)$$

$$\alpha=0.6 \quad A_{0.6} = (1.6, 6.1)$$

$$\alpha=0.5 \quad A_{0.5} = (1.2, 6.3)$$

$$\alpha=0.4 \quad A_{0.4} = (1, 6.8)$$

$$\alpha=0.3 \quad A_{0.3} = (0.7, 7.1)$$

$$\alpha=0.2 \quad A_{0.2} = (0, 7.5)$$

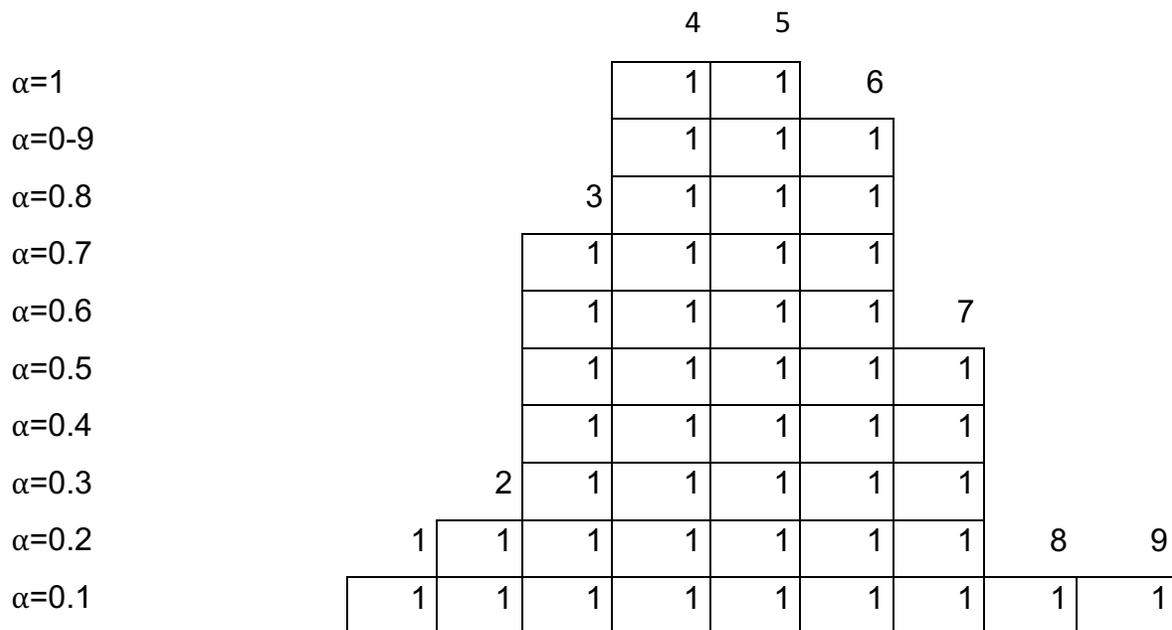
$$\alpha=0.1 \quad A_{0.1} = (-0.08, 7.8)$$

$$\alpha=0 \quad A_0 = (-2, 8)$$

Donde se observa que el nivel de presunción α disminuye mientras que los segmentos se instalan progresivamente.

Los números borrosos se pueden extender como parte de la teoría de intervalos de confianza cuando se consideran los intervalos entre 0 y 1.

Tomando en cuenta los niveles de pertenencia para determinar números borrosos enteros se pueden encajar por superposición los intervalos de confianza.



Resultando:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.1	0.2	0.7	1	1	0.9	0.5	0.1	0.1

Obteniendo los números borrosos para cada valor entre 0 y 1 y determina así mismo sus intervalos de confianza.

Deduciendo que los números borrosos tienden la característica de que cada nivel de presunción adscribe un intervalo de confianza. (donde la suma, resta, multiplicación, división, en la teoría de intervalos de confianza es:

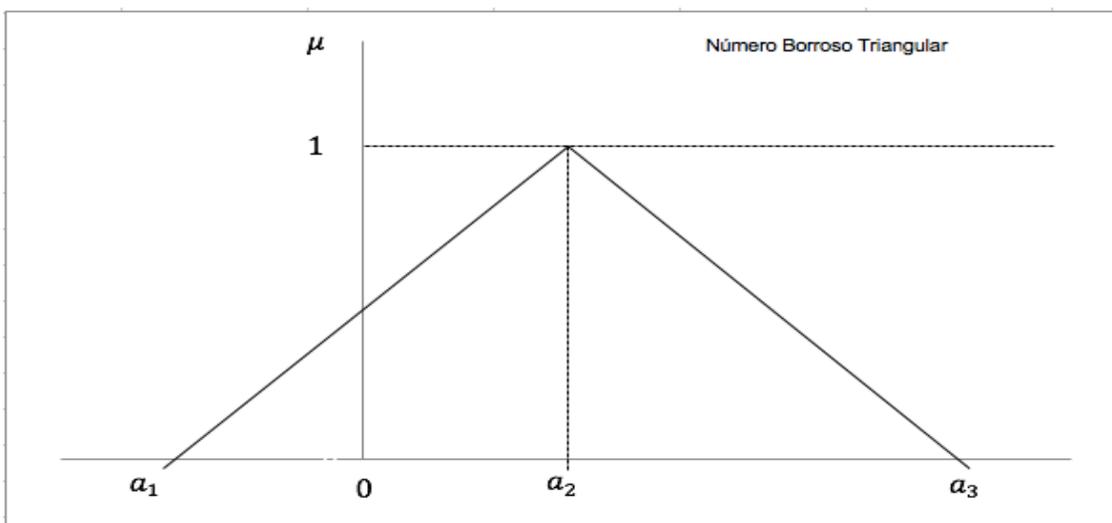
$$[2,6](+)[4,9] = [2 + 4, 6 + 9] = [6, 15]$$

$$[3,5](-)[4,8] = [3 - 8, 5 - 4] = [-5, 1]$$

$$[4,7](*)[3,6] = [4 * 3, 7 * 6] = [12,42]$$

$$[5,12](\div)[4,10] = \left[\frac{5}{10}, \frac{12}{4} \right] = [0.5,3]$$

Para los problemas empresariales es importante desarrollar números borrosos que especifiquen sencillez para su aplicación, encontrando el numero borroso triangular donde se determinan tres cantidades, una por debajo que no desciende, otra por encima que no llegara, y la que obtiene el máximo nivel de presunción.



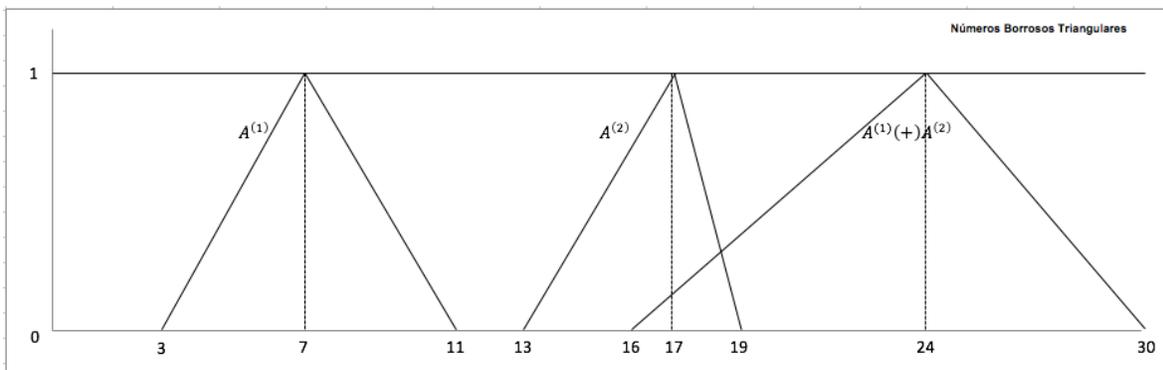
Gráfica 19: numero borroso triangular, fuente (Gil, 2011)

El número triangular borroso tiene la capacidad de estimar muchas de las situaciones de la empresa a futuro. La lógica matemática normal no da con exactitud la proyección futura si no, es una aproximación o adaptación a la posible realidad.

Los números borrosos triangulares se pueden realizar operaciones normales como suma y resta. $(a_1 + a_2 + a_3)$ y $(b_1 + b_2 + b_3)$ se obtendrá $(a_1 + b_1 + a_2 + b_2 + a_3 + b_3)$

Y con multiplicación y división los resultados plantean una aproximación triangular, dado que el resultado en número borroso ha quedado deformado. Representándose de la siguiente manera.

Se tienen números triangulares $(3,7,11)$ y $(13, 17, 19)$ sumándolo $(16, 24, 30)$



Gráfica 20: números borrosos triangulares, fuente (Gil 2011)

Es así que conforme se realizan las operaciones de suma y resta, los números borrosos se ensanchan hacia términos absolutos y no se aumenta la desviación relativa.

3.2.7 Revisión de estudios previos

En el ámbito corporativo Jaume Gil en los inicios de su investigación determino que en la gestión de empresas, la complejidad de los problemas y la impresión de las situaciones se ha hecho necesario introducir esquemas matemáticos más flexibles y adecuados a la realidad. La aplicación de los conceptos borrosos permitirá la solución de aquellos problemas en los que la incertidumbre aparece de manera fundamental. (Pirla, 1999).

Los sistemas empresariales funcionan por causa de las interacciones de varios elementos internos, como son:

Internas:

- Trabajadores: personas que prestan sus servicios hacia a una actividad solicitada por un particular o por una empresa generando una retribución económica.
- Proveedores: Es una persona o una empresa que abastece a otras empresas demateruas primas, los cuales serán transformados para venderlos posteriormente o directamente se compran para su venta.
- Accionistas: Persona que posee una o varias acciones en una empresa.
- Clientes: Persona que adquiere un producto o un servicio por medio de un pago a la empresa o sujeto que lo ofrece.

Externos como son:

- Gobierno: Organismo reconocido como poder ejecutivo de cualquier entidad el cual tiene la responsabilidad de guiar una derteminada sociedad.
- Mercado:Conjunto de transacciones de compra y venta según las necesidades de cada sociedad.
- Comunidad:Grupo de personas que viven bajo un mismo sistema de intereses y reglas.

Dichas interacciones llevan a la empresa a perdurar en el tiempo bajo determinados signos mínimos; o bien, la conducen a su desaparición cuando los signos bajan a niveles insostenibles. (Mendoza, 2009).

En México se han realizado estudios sobre la incertidumbre en varios sectores, como el sector ambiental. El trabajo de investigación titulado: Hábitos de Consumo Asociados a un comportamiento ambiental: Un Análisis Difuso, trata de identificar qué hábitos de consumo afectan el medio ambiente, y qué tan fuerte es su impacto económico de depuración ambiental.

Mediante la aplicación de lógica difusa en un modelo NANFIS ha sido posible comprobar que la aplicación de ciertos métodos como: el ahorro y el reciclaje permiten al consumidor volverse económica y ambientalmente responsable sobre su consumo.

Limitando la investigación sobre el análisis del consumo de cerveza al Área Metropolitana de Monterrey, se estudian los factores alternativos que pueden afectar el consumo de un bien determinado, tales como: composición familiar, edad, sexo, así como en nivel educativo de los jefes de familia (Becerra, 2000).

Éstas variables fueron analizadas bajo el modelo TOBIT, que determina la relación entre un conjunto de variables dependientes no observables y una variable independiente, obteniendo como resultado que los hombres jefes de familia con edades comprendidas entre los 20 y los 64 años incrementan su probabilidad de adquirir este bien.

Por lo contrario, el crecimiento en el ingreso y el aumento de la escolaridad disminuyen la propensión al consumo de bebidas alcohólicas en general.

En la realidad no existe nada que sea completamente seguro. Diariamente las organizaciones se encuentran con situaciones que implican el tomar decisiones con información imprecisa para resolver algún problema que se suscite (Saldaña, 2011)

La constante búsqueda de incursionar en el mercado actual exige incrementar la competitividad, promoviendo el fortalecimiento de los vínculos existentes entre los distintos agentes que interactúan con un producto y su precio determinante (Cunico, 2013)

La lógica difusa, formulada por el matemático Lofti Zadeh en 1965, ha supuesto un tratamiento innovador a la incertidumbre, que ha posibilitado el desarrollo de múltiples aplicaciones caracterizadas por su flexibilidad, robustez, sencillez conceptual y mayor cercanía al pensamiento humano.

En junio del 2005 los doctores Rodríguez Zapatero, Rodríguez Jiménez y Rodríguez Alcaide emplearon la lógica difusa para la determinar el nivel de solidaridad que puede existir entre los miembros de empresas familiares.

En 2006 Liliana Mendoza Saboya en Colombia desarrolló un sistema de conjuntos borrosos para determinar que la autonomía de un empleado está relacionada con la eficiencia de la empresa, donde el principal actor es el pensamiento empresarial el cual no puede ser medido concretamente con técnicas estadísticas tradicionales, puesto que éstas solo arrojan una aproximación a la medición del comportamiento real de las personas. Por lo tanto, la autonomía y eficiencia fueron consideradas conjuntos borrosos obteniendo como resultado que una empresa puede desmejorar su eficiencia si en repetidas ocasiones concede autonomía a sus empleados.

Las finanzas son el aspecto empresarial que más alto grado de incertidumbre tienen y son el escenario perfecto para implementar lógica borrosa. Por ejemplo en la investigación de Garcia Sastre en 2007 en España tomó como conjuntos borrosos para la determinación de portafolios de inversión los siguientes rubros financieros:

- Tasa de interés.
- Flexibilidad.
- Experiencia del inversor.

Esos tres aspectos se tomaron como conjuntos difusos para efectuar la toma de decisiones, concluyendo que este modelo puede determinar errores cometidos cuando se utilizan técnicas de valoración de opciones matemáticas en situaciones de toma de decisiones financieras.

De igual forma, en nuestro país también se han llevado a cabo investigaciones empresariales aplicando lógica difusa, como en 2007 la del Modelo para el ajuste de pronósticos realizado por Universidad de Ciudad Juárez Chihuahua, el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez Chiapas y el Instituto Tecnológico de Queretaro; La cual tenía como objetivo principal la optimización de recursos para asegurar la satisfacción del cliente, tomando como factores difusos: la temporada, percepción del cliente y competencia, dando como resultado la consideración de estos factores como neurodifusos para poder plantear correctamente proyecciones de demanda agregada y tener a los clientes satisfechos.

En la investigación Modelo de un sistema experto, publicada en la revista de la Universidad del SABES en Mexico en 2008 buscaba contribuir en las decisiones bursátiles a partir de la aplicación de la lógica difusa, se tomaron los siguientes aspectos como subconjuntos borrosos:

- Valor de las acciones.
- Tamaño del mercado.
- Diferenciación.
- Riesgo.
- Capacidad de producción.
- Canales de distribución.
- Sinergia del proyecto.
- Consistencia estratégica del proyecto.
- Equipo administrativo.

Se determinó que no todos estos factores cuentan con una participación importante en la toma de decisiones para la correcta inversión bursatil, por el contrario, al

aplicar lógica difusa fue posible tomar variables específicas según el tipo de acción a invertir.

Este trabajo muestra el sistema experto para evaluar inversiones estratégicas mediante opciones reales considerando variables cualitativas. El modelo presenta la salida del sistema, que es definida como el valor de la inversión. (Godínez, 2011)

Se consideran 16 variables de entrada, entre las cuales se definen: el valor de las opciones, la diferenciación, el tamaño del mercado, el riesgo, la capacidad de producción, los canales de distribución, las sinergias que produce el proyecto, la consistencia estratégica del proyecto y el equipo administrativo (Magni, Mastroleo, & Facchinetti, 2001).

Mediante sistemas de lógica difusa, las variables de entrada se agrupan con ayuda del criterio experto y definen variables de mayor nivel, con un significado lingüístico claro. El proceso se repite hasta que la variable de salida es alcanzada (Godínez, 2011)

El modelo define que la variable de salida denominada “decisión” está determinada por cinco variables de entrada, cada una de las variables que intervienen en el modelo presentan funciones de membresía específicas, y la base de conocimiento está sustentada por 128 reglas de decisión del tipo si – entonces (*IF-THEN*) (Godínez, 2011)

Una regla difusa es una expresión del tipo SI «proposición difusa» ENTONCES «proposición difusa», donde la proposición de la izquierda se denomina antecedente o premisa y la de la derecha se conoce como consecuente o conclusión. Una regla difusa representa una relación difusa entre el antecedente y el consecuente.

IV Diagnostico del estudio de caso Cervecería HM.

Para definir el problema se realizó una entrevista no estructurada al Gerente general de la empresa dentro de Hidalgo, donde menciona que actualmente existe una

disyuntiva de precios y de descuentos de manera externa entre la distribución de la organización y los concesionarios asignados, mientras que por el lado interno esta situación se da:

1.- Entre zonas: es decir cuando a nivel corporativo se determina un precio con gran descuento en un municipio en específico este empieza a vender a toda su capacidad de tal manera que no respeta clientes de otras zonas, invadiendo la capacidad de venta de otra agencia pegando directamente a los indicadores de:

- Venta: Todos los días se tiene un track de venta por agencia, si este no se cumple según el cliente, vendedor y ruta la comisión de dicho vendedor queda incompleta afectando su paga y estropeando el estimado de la agencia para cumplir su meta.
- Repartición: Como la venta no se realizó el reparto sale con menos trabajo lo que implica el gasto de diesel (ya que ellos aun así traen ruteado al cliente en cuestión)
- Ayudante de reparto: Los ayudantes de reparto son los encargados de bajar los cartones del camión, si no se realizó una venta grande por invasión, estos dejan de percibir cierta cantidad de sueldo ya que ellos se les paga según el número de cartones que bajen.
- Almacén: Al no tener grandes ventas en el almacén se va quedando con producto lo cual tiene efecto negativo en los indicadores del área de operaciones.

2.- De clientes mayoristas a clientes minoristas: dentro de la misma agencia se tienen clientes mayoristas los cuales tienen grandes descuentos y según la época pueden conseguir un precio especial mediante la decisión del gerente de precios de la UEN o según el volumen a vender, mediante la decisión del corporativo.

Cuando en un día se le vende gran volumen a un mayorista este suele acumular producto para venderlo no solo a sus clientes directos si no también a clientes de la agencia de la misma zona que no cuentan con ningún tipo de precio especial y que

comprándolo de manera externa le sale más barato que comprándolo directamente en la empresa.

Si se realiza una gran transacción el efecto cambia en cuanto a:

- Venta: El track de la agencia es probable que se cumpla y que incluso hasta rebase su meta, sin embargo el vendedor deja de comisionar sus estimados de ventas de la misma manera ya que sus clientes cartoneros no están comprando.
- Repartición: Como esto se hizo con cliente mayorista es probable que el gasto de diesel sea mucho mayor debido a que, como en el problema anterior se menciona, salen rutas con clientes mapeados pero que no se les repartirá nada y por otro lado el reparto que tiene al mayorista en ruta es probable que tenga que dar una segunda vuelta por el cupo del producto en el camión.
- Ayudantes de reparto: Esto se convierte en una gran disyuntiva por que por un lado se tendrán ayudantes con poca comisión y otros con excedente debido a la cantidad de cartones bajados.
- Almacén: En esta área no se presentan cambios debido a la buena rotación de producto.

Como se menciona anteriormente el problema de precios se empezó a dar a partir de los cambios estratégicos que la empresa realizó en 2013, en un principio no determinaba un tema de discusión entre los directivos principales de la compañía, sin embargo, conforme fue pasando el tiempo crearon varias tácticas para combatir la invasión de producto y así mantener los estándares adecuados por zona.

El gerente general hace mención que tiene varias situaciones de este tipo detectadas, pero cree la importancia de aplicar la propuesta del método en la zona de Pachuca para que tenga una participación directa sin tener que estar trasladando a otros municipios y no interrumpir sus actividades diarias.

De igual manera se entrevistó al gerente de ventas de agencia matriz Pachuca donde hizo hincapié en determinar la problemática en su versión más pequeña y controlable que es la invasión de los mayoristas a los clientes de menor volumen.

Tomando en cuenta los siguientes datos.

Existe una ruta de mayoristas donde incluye todos los clientes que tienen el mayor volumen de ventas dentro de la agencia, a pesar de las cantidades que venden, solo 36 clientes cuentan con grandes descuentos que van:

- 19 clientes cuentan con el 10%.
- 4 clientes con 12%.
- 6 clientes con 15%.
- 7 clientes con el 20%.

Actualmente la compañía condiciona al mayorista con compras 5500 cajas mensuales con el beneficio de conservar ciertos descuentos.

Esto repercute en la venta cartonera debido a que el cliente de volumen alto termina vendiendo a clientes menores con tal de adquirir estos patrocinios; por lo tanto, las rutas de minoristas tienen clientes que a principio de mes no compran nada porque obtienen mercancía directa del mayorista.

Dentro de las rutas convencionales se tiene 3000 clientes de los cuales comentan los vendedores y supervisores una gran parte tiene invasiones de venta de los mayoristas.

V Propuesta de un sistema de lógica difusa para la gestión de precios

El estado de Hidalgo es uno de los afectados, pues cuenta por lo menos con un problema de invasión de clientes, afectando las ventas de ciertas rutas y perturbando gradualmente la rentabilidad del producto en lugares específicos de la zona.

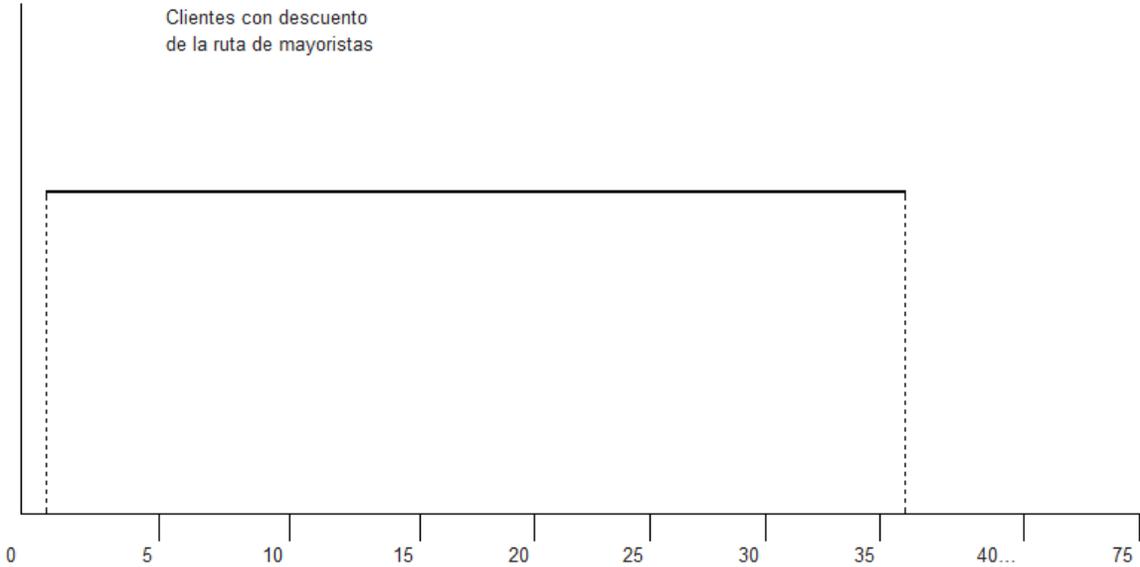
La agencia matriz Pachuca cuenta 20 rutas que abarcan toda la ciudad y localidades cercanas a ésta como por ejemplo Real del Monte y Mineral del Chico; estas rutas son llevadas por 20 vendedores y 3 supervisores, dividiendo a 6, 5, y 7 vendedores por cada supervisor.

La ruta prueba será la de mayoristas porque su portafolio tiene clientes de volumen y estos son los clientes con mayores descuentos, lo cual le da oportunidad de revender el producto a un precio menor al de casi cualquier ruta tradicional.

Entonces:

El primer subconjunto será el de “clientes con descuento”, esté toma en cuenta todos los clientes de la ruta que tienen un descuento.

La ruta cuenta con 75 clientes y 36 de estos tienen descuento.



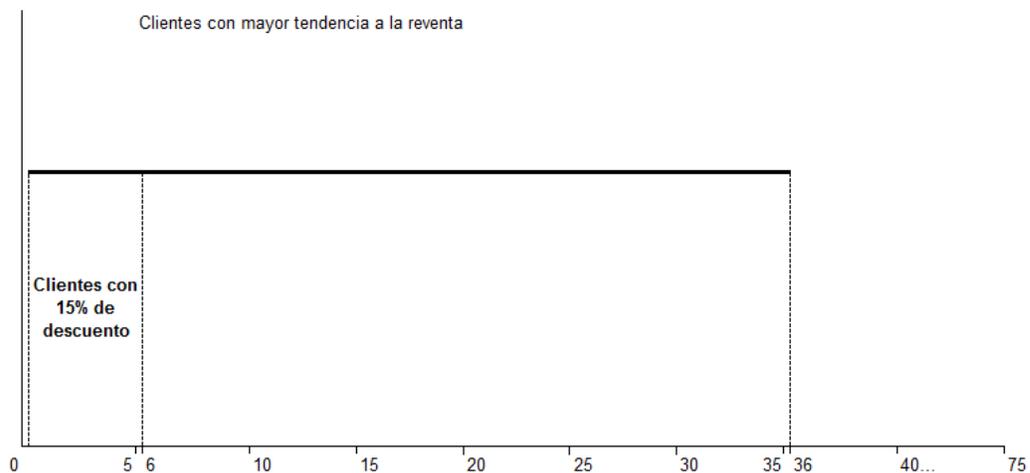
Gráfica 21: clientes con descuento ruta mayoristas, fuente (elaboración propia)

Donde:

- 19 clientes cuentan con el 10%.
- 4 clientes con 12%.
- 6 clientes con 15%.
- 7 clientes con el 20%.

Desarrollaremos el subconjunto “clientes con mayor tendencia a la reventa”, el cual se agrupará en los clientes con mayor alcance a revender con precios más baratos que los de la empresa hacia minoristas.

El subconjunto “clientes con mayor tendencia a la reventa”, se concentra en los clientes que cuentan con un descuento del 15%, ya que a pesar de que hay usuarios con mayor descuento, éstos no entran en la clasificación debido a que son restaurantes los cuales no se dedican a la reventa del producto por mayoreo.



Gráfica 22: clientes con mayor tendencia a la reventa, fuente (elaboración propia)

A pesar de que esta gráfica está diferenciando a los clientes con mayor tendencia se deben de realizar matizaciones entre estos.

Donde se tienen 6 clientes con el 15% de descuento con diferentes niveles de pertenecía:

(1) = A	1	1	1	1	1	1
(2) = B	1	0.8	0.6	0.2	0	0



Gráfica 23: Máximo nivel de tendencia a la reventa, fuente (elaboración propia)

La entropía de este concepto es que todos los valores mayores/iguales al 0.2 son pertenecientes y los menores no son pertenecientes:

(3) = B	1	0.8	0.6	0.2	0	0
(4) = $\frac{B}{=}$	1	1	1	1	0	0

$$\begin{aligned}
 & |1-1|+|1-0.8|+|1-0.6|+|1-0.2|+|0-0|- \\
 (5) = & |0-0| \\
 = & 0+0.2+0.4+0.8+0+0 = 1.4
 \end{aligned}$$

Dividiéndolo entre el número total de elementos:

$$(6) = \frac{1.4}{6} = 0.233$$

Para la determinación de AND, OR Y NOT se obtienen 6 clientes al azar de la ruta “clientes mayoristas” y en el segundo subconjunto solo se tomarán clientes que pertenecen o no pertenecen a “clientes con descuento de la ruta mayorista”

(7) = B	1	0	0	1	1	1
(8) = $\overset{B}{=}$	1	1	0	0	0	1

Para el concepto de AND se deben de exponer los elementos que deben pertenecer a los dos subconjuntos de B

(9) = $\overset{B}{=}$	1	0	0	0	0	1
------------------------	---	---	---	---	---	---

Para el concepto de OR se retomarán (7) y (8) donde si el primer número pertenece a los dos, entonces se pondrá en el subconjunto resultante y si no pertenece no se pondrá en el subconjunto resultante: y por último si se tiene un 0 y un uno esté se pondrá como perteneciente.

(10) = $\overset{B}{=}$	1	1	0	1	1	1
-------------------------	---	---	---	---	---	---

Aun no se describe el subconjunto NOT debido a que solo uno de los elementos no pertenece completamente a ninguno de los dos fuzzy sets empleados.

Para describir las matizaciones reales del problema empezaremos por “todos los clientes de la ruta de mayoristas”

(11) =	1	1	1	1	1	1
--------	---	---	---	---	---	---

Dentro de esta clasificación pueden existir dos subconjuntos, donde el primero será del descuento con mayor probabilidad de reventa de producto y el segundo subconjunto será del segundo descuento con mayor probabilidad de reventa:

$(12) = B_1$	1	0.8	0.6	0.2	0	0
$(13) = B_2$	1	1	0.5	0.1	0	0

En la intersección de los dos subconjuntos se toma el nivel más pequeño

$(14) = B_1 \cap B_2 =$	1	0.8	0.5	0.1	0	0
-------------------------	---	-----	-----	-----	---	---

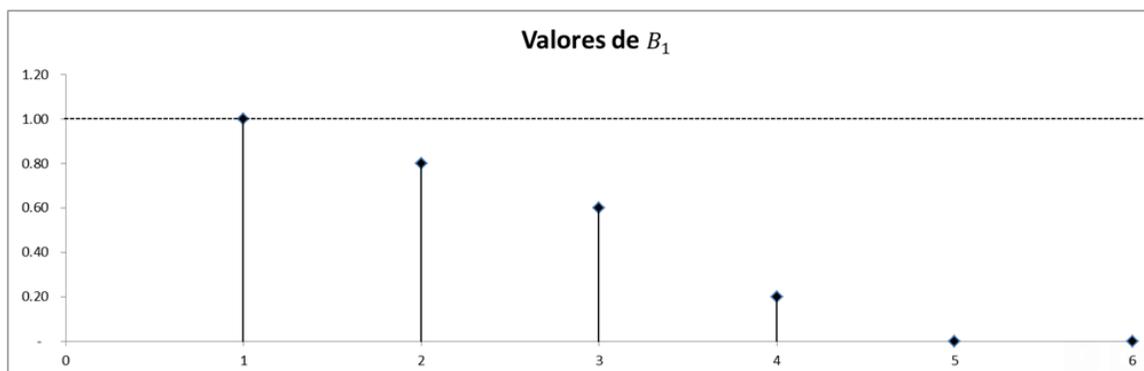
Mediante esta intersección, se podrá obtener el menor valor asignado a cada elemento en cada subconjunto borroso

$$(15) = B_1 = \{(1), (0.8), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$

$$(16) = B_2 = \{(1), (1), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$

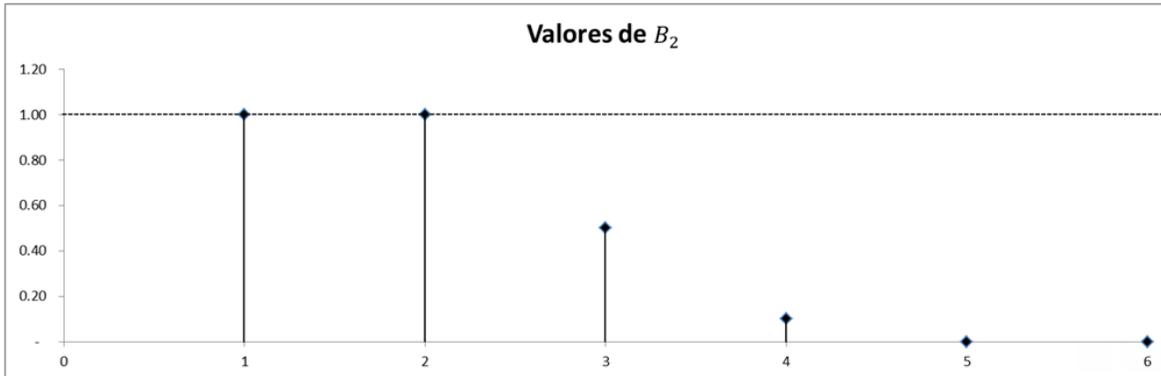
Teniendo como resultado

$$(17) = B_1 \cap B_2 = \{(1), (0.8), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$



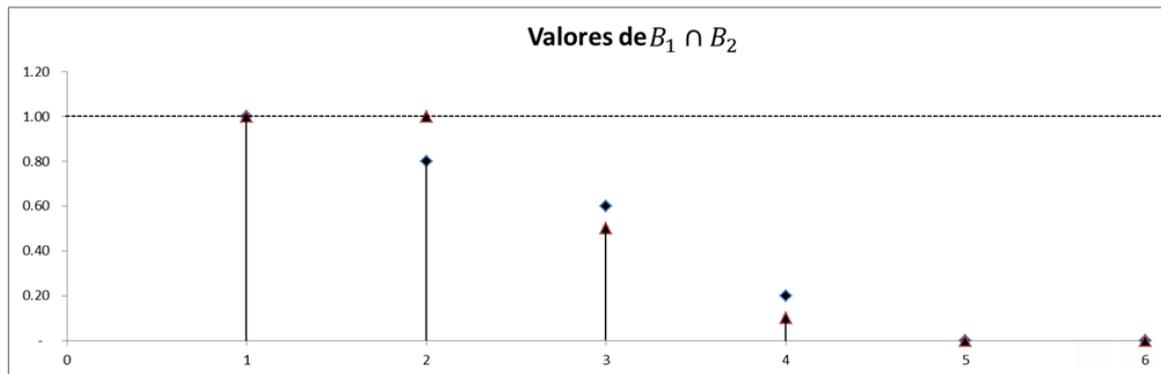
Gráfica 24: Valores de B_1 , fuente (elaboración propia)

Grafica del subconjunto descuento con mayor probabilidad de la reventa.



Gráfica 25: Valores de B_2 , fuente (elaboración propia)

Grafica del subconjunto segundo descuento con mayor probabilidad de la reventa.



Gráfica 26: Valores de $B_1 \cap B_2$, fuente (elaboración propia)

Grafica de combinación del primer y segundo descuento con mayor probabilidad a la reventa.

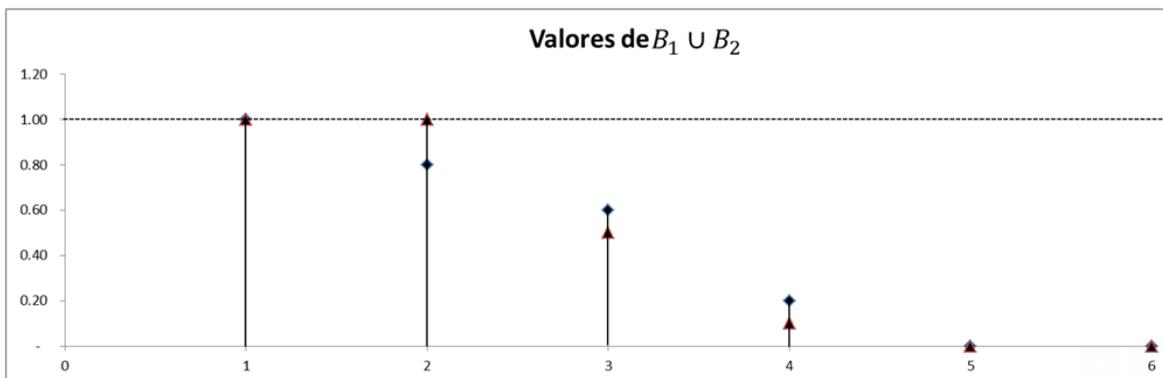
Para la unión de los subconjuntos se deben de elegir los valores más altos:

$$(18) = B_1 = \{(1), (0.8), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$

$$(19) = B_2 = \{(1), (1), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$

Teniendo como resultado

$$(20) = B_1 \cup B_2 = \{(1), (1), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$



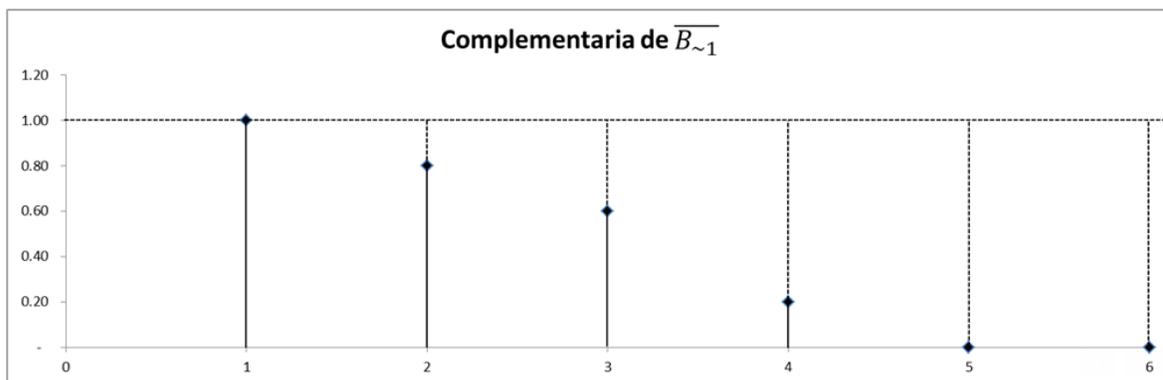
Gráfica 27: Valores de $B_1 \cup B_2$, fuente (elaboración propia)

Grafica de unión del primer y segundo descuento con mayor probabilidad a la reventa.

La función complementaria es aquella donde se aporta el valor restante para llegar al 1.00:

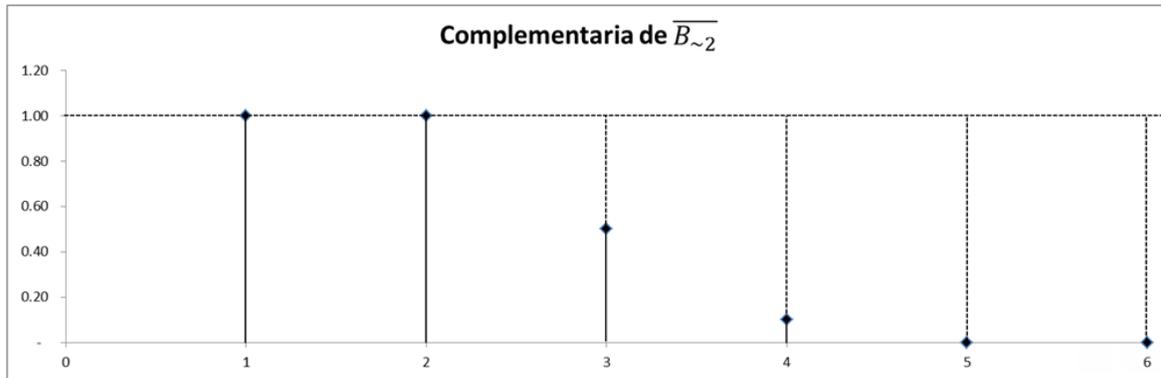
$$(21) = \overline{B_{\sim 1}} = \{(0), (0.2), (0.4), (0.8), (1), (1)\}$$

$$(22) = \overline{B_{\sim 2}} = \{(0), (0), (0.5), (0.9), (1), (1)\}$$



Gráfica 28: Valores de $\overline{B_{\sim 1}}$, fuente (elaboración propia)

Grafica del valor faltante en cada cliente del subconjunto $\overline{B_{\sim 1}}$ para llegar al uno.



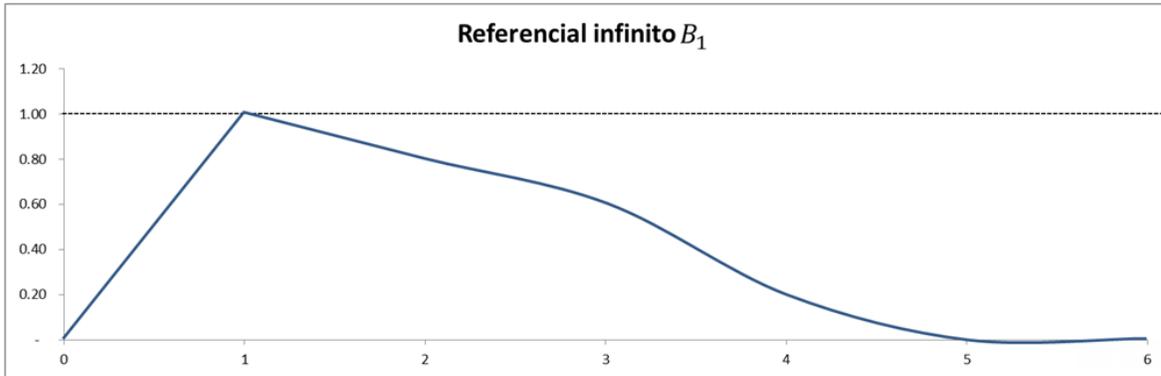
Gráfica 29: Valores de $B_{\sim 2}$, fuente (elaboración propia)

Grafica del valor faltante en cada cliente del subconjunto $B_{\sim 2}$ para llegar al uno.

La suma disyuntiva es la que se realiza entre dos intersecciones de subconjuntos, uniendo el valor más alto por cada variable. En este caso no es posible desarrollar esta operación, porque, de los 36 descuentos de la ruta seleccionada, los 19 descuentos del 10% no dejan margen alguno para realizar la reventa, condicionalmente aquí se encuentra la utilidad del establecimiento, los 7 descuentos del 20% como se había mencionado, no dan margen a realizar reventa, son clientes de Botella Abierta y su venta del producto es para consumo dentro del lugar. Los descuentos restantes, son los que se incluyeron en el subconjunto analizado.

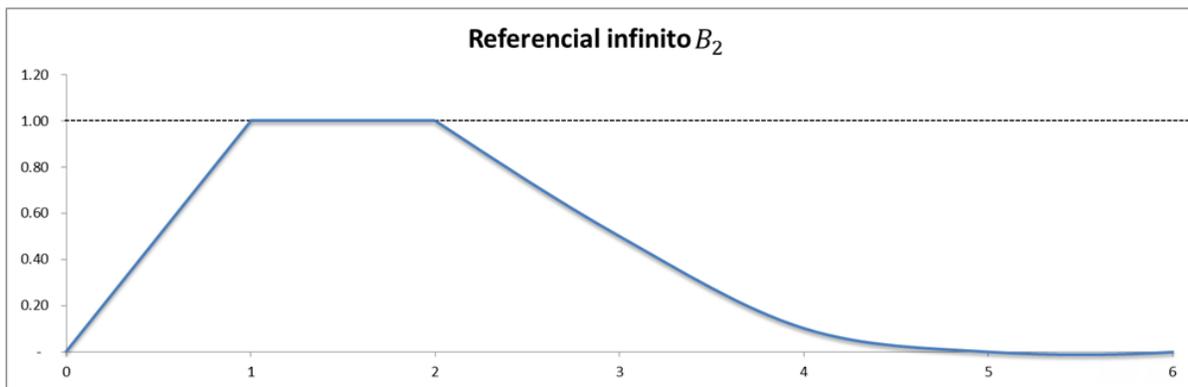
Los referenciales infinitos como su nombre lo dice son la representación gráfica de los subconjuntos, unión, intersección, complementación y suma disyuntiva sin un punto final entre cada elemento si no que los une como una gran área.

En este caso se representan como:



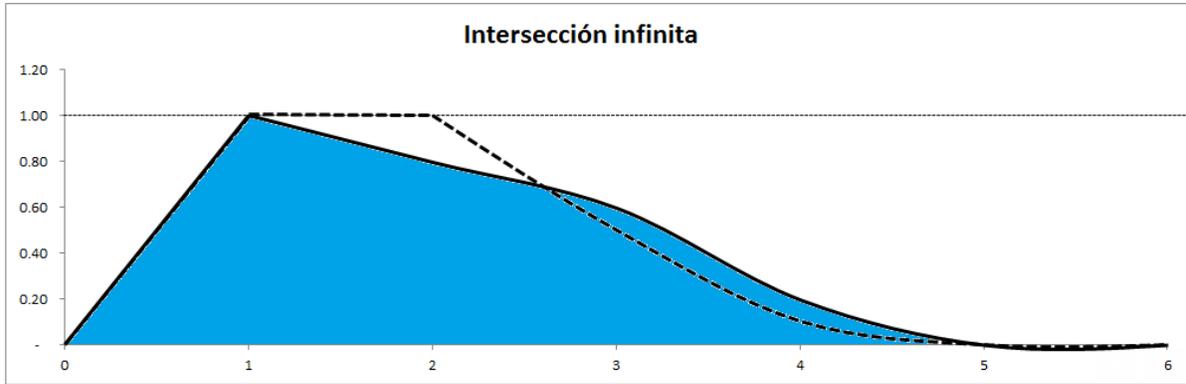
Gráfica 30: Referencial infinito de B_1 , fuente (elaboración propia)

La unión de puntos del subconjunto descuento con mayor probabilidad de la reventa.



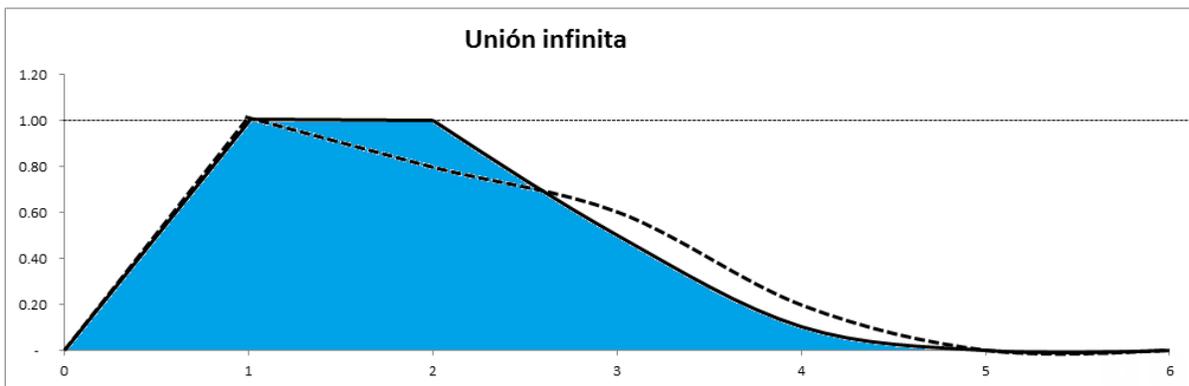
Gráfica 31: Referencial infinito de B_2 , fuente (elaboración propia)

La unión de puntos del subconjunto de segundo descuento con mayor probabilidad de la reventa.



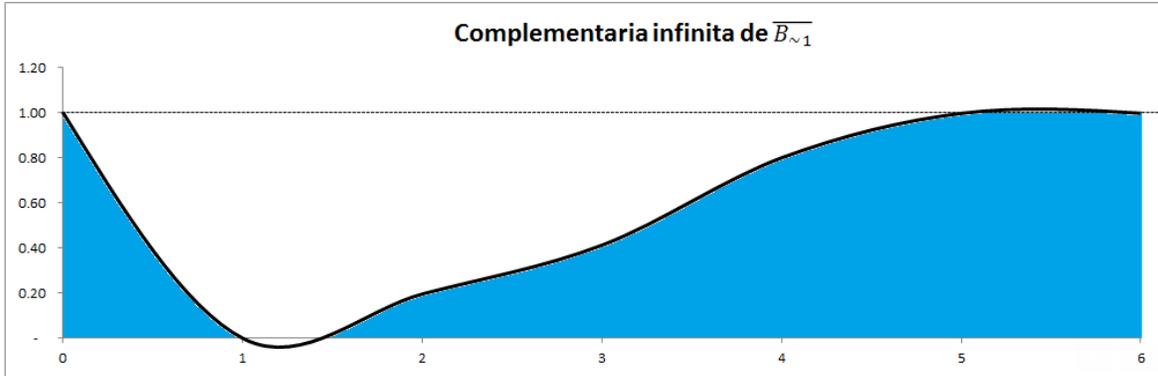
Gráfica 32: intersección infinita de $B_1 \cap B_2$, fuente (elaboración propia)

Delimitación del área de la intersección de los dos subconjuntos de descuentos.



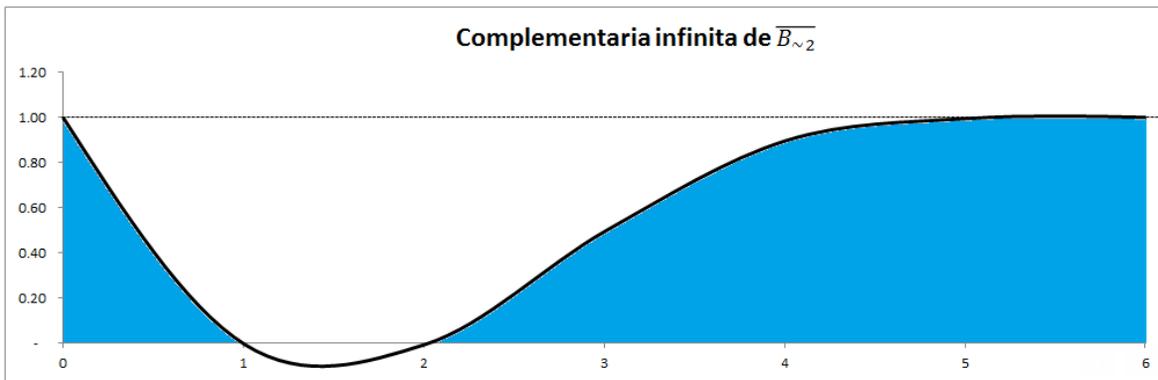
Gráfica 33: Unión infinita de $B_1 \cup B_2$, fuente (elaboración propia)

Delimitación del área de la unión de los dos subconjuntos de descuentos.



Gráfica 33: complementaria infinita de $\overline{B_{\sim 1}}$, fuente (elaboración propia)

Delimitación del área de complemento para llegar al valor de 1 del subconjunto de $\overline{B_{\sim 1}}$



Gráfica 34: complementaria infinita de $\overline{B_{\sim 2}}$ fuente (elaboración propia)

Delimitación del área de complemento para llegar al valor de 1 del subconjunto de $\overline{B_{\sim 2}}$

La operación de medida no es posible determinarla ya que estos subconjuntos uno deriva del otro es decir que todos sus elementos tiene alguna característica igual o parecida (esta operación trata de determinar disjuntos tomando en cuenta que no tengan elementos en común).

La valuación es parte de la medula central de este proyecto puesto que, una vez determinada una operación mediante funciones de lógica difusa, la respuesta será una manera de tener un panorama amplio de como actúan los precios, tomando en cuenta una sugerencia para la aplicación de un precio mayor o menor según sea el caso.

Al visualizar estos clientes mayoristas se proyecta que de igual manera tienen compras altas de producto de competencia lo cual al analizarlo crea otro tipo de invasión que representa el análisis completo del precio actual de la ruta.

Para este problema se realizarán funciones triangulares donde:

A1 es el precio menor de cervecera HM.

A2 es el precio de la competencia.

A3 es el precio más alto de cervecera HM

Tomando como medida de precios los 4 productos más populares para obtener los números borrosos correspondientes se pretende obtener funciones de pertenencia sobre el precio y el comportamiento en el mercado.

La cerveza COX Me. Tiene una competencia directa con la cerveza INDCA y maneja tres tipos de precios según el cliente

	CERVECERÍA HM	COMPETENCIA
PRECIO REGULAR	395	363
PRECIO MINIMO	321	327
PRECIO MAYORISTA	316	276

$$\mu = \frac{-x+395}{330}$$

$$\mu = \frac{x-260}{70}$$

$$\frac{-x+395}{330} = \frac{x-260}{70}$$

$$(70) - x + 395 = x - 260 (330)$$

$$-70x + 27,650 = 330x - 85,800$$

$$85,800 + 27,650 = 330x + 70x$$

$$113,450 = 400x$$

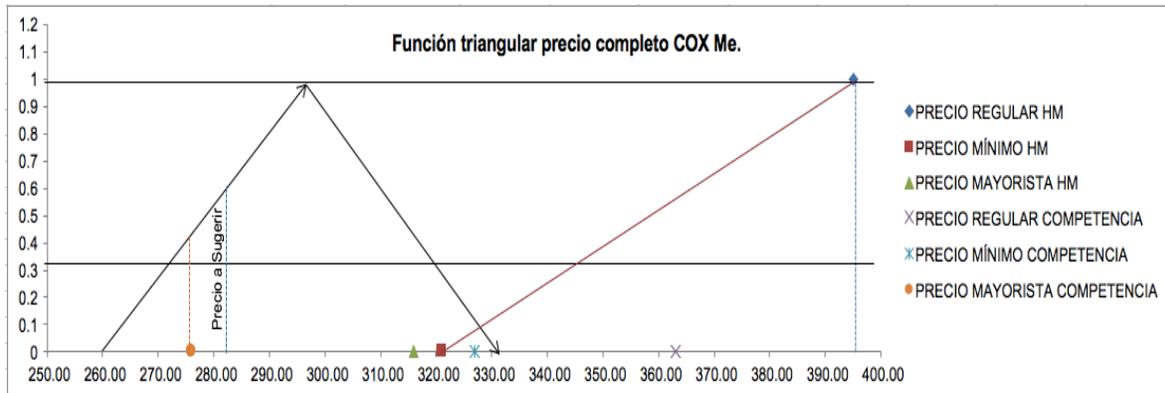
$$\frac{113,450}{400} = x$$

$$283.62 = x$$

Sustitución

$$\frac{-283.62+395}{330} = \frac{283.62-260}{70}$$

.3375=.3374 Nivel de pertenecía



Gráfica 35: Función triangular precio completo COX Me. fuente (elaboración propia)

Para realizar esta función triangular se tomaron en cuenta los precios más altos tanto de Cervecería HM y de la competencia con rango de 70 (el rango es muy alto para que los 6 precios pudieran entrar como base).

La operación indica \$283.62 lo cual muestra un precio más acercado al de la competencia (\$276), sustituyendo en X da un resultado redondeado de .30 en una escala del 0 al 1 donde 0 no pertenece y 1 pertenece totalmente es decir que tiene que el precio de \$277.68 tiene una rentabilidad de 30 %.

Sin embargo, se elaboró una prueba igual especialmente en el precio de mayoreo de \$316 donde:

$$\mu = \frac{-x+316}{300}$$

$$\mu = \frac{x-260}{40}$$

$$\frac{-x+316}{300} = \frac{x-260}{40}$$

$$(40) - x + 316 = x - 260 \quad (300)$$

$$- 40x + 12,640 = 321x - 78,000$$

$$12,640 + 78,000 = 300x + 40x$$

$$90,640 = 340x$$

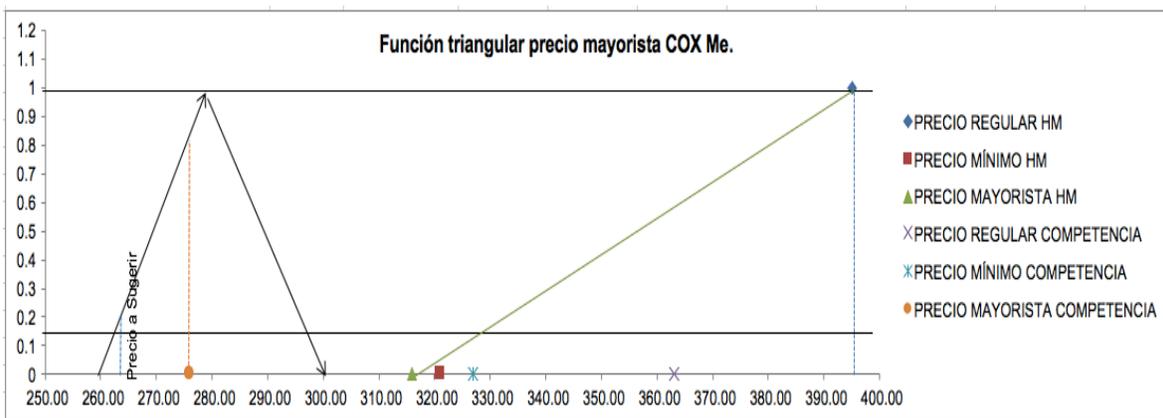
$$\frac{90,640}{340} = x$$

$$266.58 = x$$

Sustitución

$$\frac{-266.58 + 316}{300} = \frac{266.58 - 260}{40}$$

.1647 = .1645 Nivel de pertenecía



Gráfica 36: Función triangular precio mayorista COX Me. fuente (elaboración propia)

El precio de mayoreo está dentro un rango de 40 (el rango se especifica de esta manera para poder establecer la gráfica los precios de mayoreo que actualmente se encuentra la compañía y la competencia) lo que da \$266.58 al sustituir se puede

ver que el nivel de pertenencia queda en .1647 mostrando que es muy poca la ganancia con un precio bajo.

El segundo producto a analizar es la presentación de media ya que esta representa un 30% de la venta mensual de la agencia

	CERVECERÍA	
	HM	COMPETENCIA
PRECIO REGULAR	\$264.00	\$176.00
PRECIO MINIMO	\$218.00	\$145.60
PRECIO MAYORISTA	\$215.00	\$134.16

$$\mu = \frac{-x+264}{265}$$

$$\mu = \frac{x - 130}{135}$$

$$\frac{-x+264}{265} = \frac{x-130}{135}$$

$$(135) - x + 264 = x - 130 (264)$$

$$- 135x + 35,640 = 264xx- 34,320$$

$$35,640 + 34,320 = 264x + 135x$$

$$69,960= 399x$$

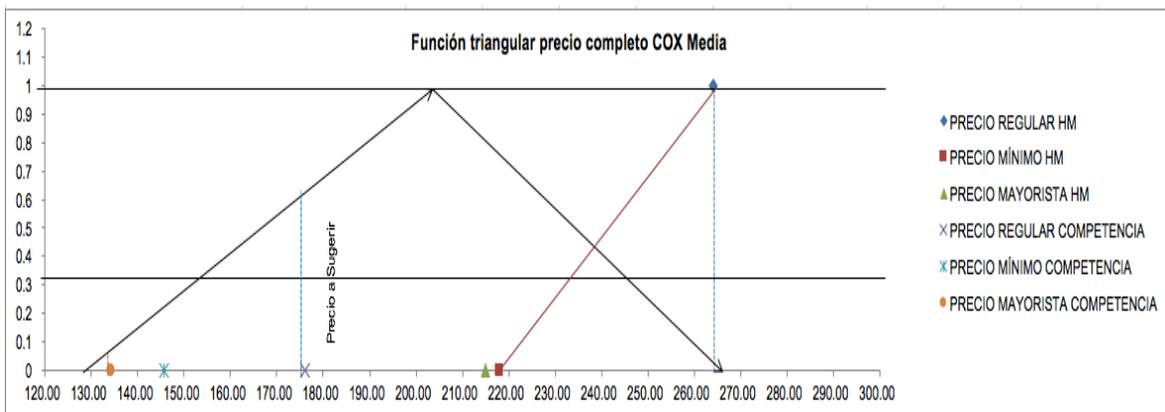
$$\frac{69,960}{399} = x$$

$$175.33 = x$$

Sustitución

$$\frac{-175.33 + 264}{265} = \frac{175.33 - 130}{135}$$

.3346 = .3357 Nivel de pertenecía



Gráfica 37: Función triangular precio completo COX Media. fuente (elaboración propia)

Al tomar todos los precios de la presentación de media se puede observar que el precio \$175.33 de ninguna manera puede ser competente con el precio de la otra compañía \$134 ya que a pesar de que se tomó un rango muy alto (135) existe la diferencia de \$41.33 pesos, si en dado caso se pretendiera bajar aún más esos \$175 pesos el precio ya no tendría la rentabilidad adecuada para Cervecería HM.

Se retoma la función triangular para el caso específico del precio de mayoreo para esta presentación donde:

$$\mu = \frac{-x + 215}{200}$$

$$\mu = \frac{x - 100}{100}$$

$$\frac{-x+215}{200} = \frac{x-100}{100}$$

$$(100) - x + 215 = x - 100 (200)$$

$$- 100x + 21,500 = 200x - 20,000$$

$$20,000 + 21,500 = 200x + 100x$$

$$41,500 = 300x$$

$$\frac{41,500}{300} = x$$

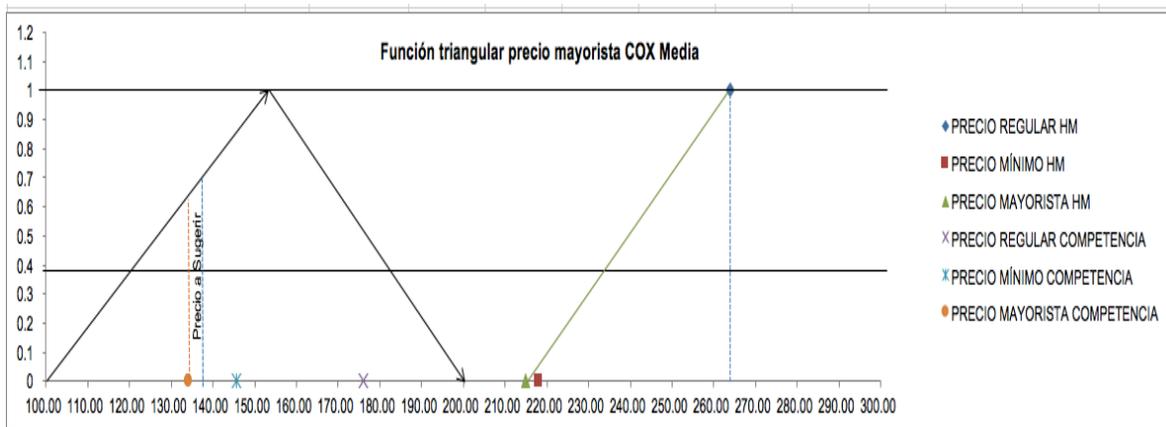
$$138.3 = x$$

Sustitución

$$\frac{-188+264}{300} = \frac{188-150}{150}$$

.3835 = .3835 Nivel de pertenecía

	CERVECERÍA HM	COMPETENCIA
PRECIO REGULAR	\$353.00	\$354.00
PRECIO MINIMO	\$308.00	\$296.90
PRECIO MAYORISTA	\$303.00	\$273.54



Gráfica 38: Función triangular precio mayorista COX Media. fuente (elaboración propia)

Para la aplicación de la función en el precio de mayoreo de Cervecería HM se observa que este puede igualar al de la competencia teniendo un nivel alto de rentabilidad del 38% demostrando que es posible jugar con los números entre \$215 y \$134 para poder tener un mejor volumen de venta.

El tercer producto analizar es COX latón esto debido a que es de los productos más recientes de la empresa y representa lo nuevo en el impacto al consumidor.

$$\mu = \frac{-x+353}{360}$$

$$\mu = \frac{x-270}{90}$$

$$\frac{-x+353}{360} = \frac{x-270}{90}$$

$$(90) - x + 353 = x - 270 (360)$$

$$- 90x + 31,770 = 360x - 97,200$$

$$97,200 + 31,770 = 360x + 90x$$

$$128,970 = 450x$$

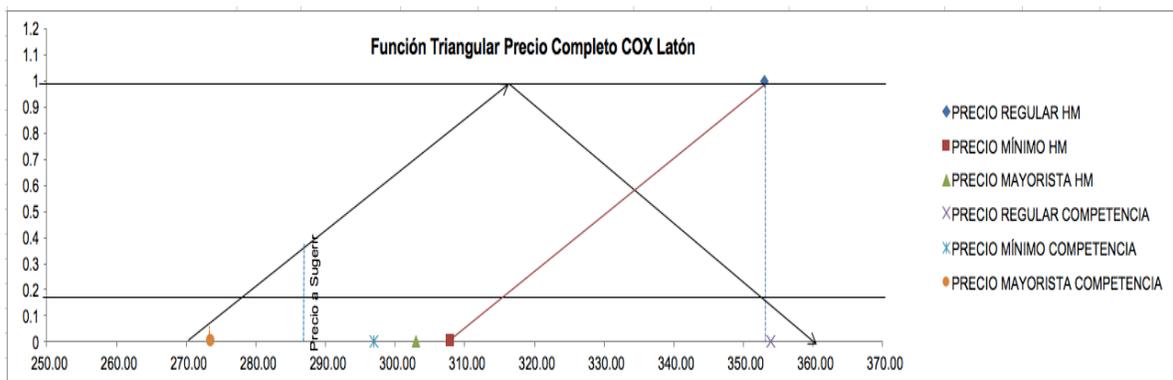
$$\frac{128,970}{450} = x$$

$$286.6 = x$$

Sustitución

$$\frac{-286.6 + 353}{360} = \frac{286.6 - 270}{90}$$

.1861 = .1861 Nivel de pertenecía



Gráfica 39: Función triangular precio completo COX latón. fuente (elaboración propia)

Para determinar el impacto directo en el precio de mayoreo se describe:

$$\mu = \frac{-x + 303}{285}$$

$$\mu = \frac{x - 270}{15}$$

$$\frac{-x + 303}{285} = \frac{x - 270}{15}$$

$$(15) - x + 303 = x - 270 \quad (285)$$

$$- 15x + 4545 = 285x - 76,950$$

$$76,950 + 4545 = 285x + 15x$$

$$81,495 = 300x$$

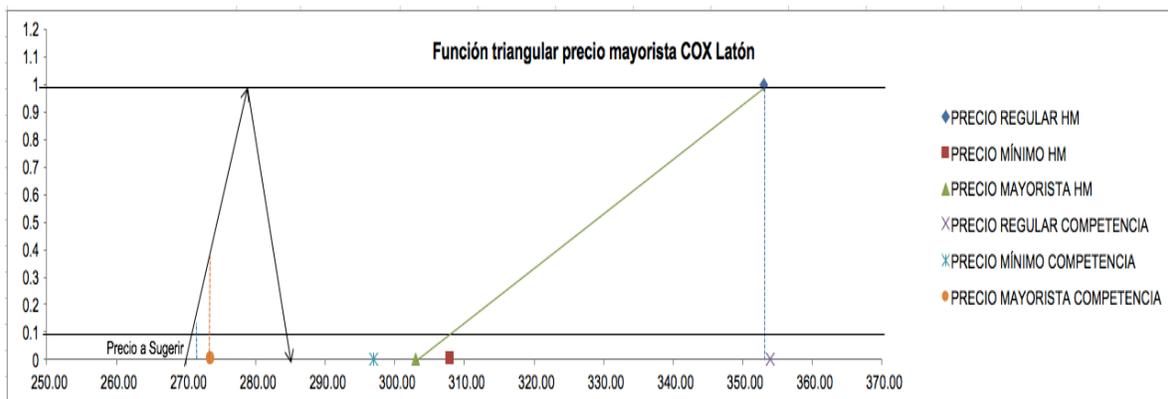
$$\frac{81,495}{300} = x$$

$$271.65 = x$$

Sustitución

$$\frac{-271.65 + 303}{285} = \frac{271.65 - 270}{15}$$

.11 = .11 Nivel de pertenecía



Gráfica 40: Función triangular precio mayorista COX latón. fuente (elaboración propia)

Si se enfocara directamente en el precio de mayoreo solo tendría un nivel de pertenecía de .11 lo cual significa poca rentabilidad; por lo tanto, en esta presentación es necesario concentrarse en el precio completo para poder una rentabilidad considerable.

Por último, se analizará la presentación de cuarto debido a que es el producto que más diferencia de precio existe y es el único que tienen una deficiencia directa en mayoristas y el consumidor final; esto debido a que el motivo de reventa de mayorista son las celebraciones privadas.

	CERVECERÍA	
	HM	COMPETENCIA
PRECIO REGULAR	\$178.00	\$133.00
PRECIO MINIMO	\$160.00	\$97.08
PRECIO MAYORISTA	\$139.00	\$91.23

$$\mu = \frac{-x+178}{180}$$

$$\mu = \frac{x-90}{90}$$

$$\frac{-x+178}{180} = \frac{x-90}{90}$$

$$(90) - x + 178 = x - 90 (180)$$

$$-90x + 16,020 = 180x - 16,200$$

$$16,200 + 16,020 = 180x + 90x$$

$$32,220 = 270x$$

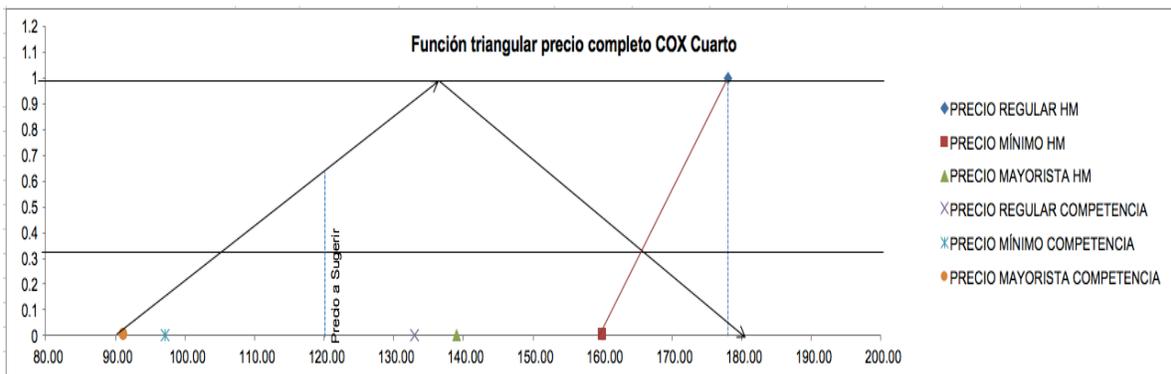
$$\frac{32,220}{270} = x$$

$$119.33 = x$$

Sustitución

$$\frac{-119.33 + 178}{180} = \frac{119.33 - 90}{90}$$

.3258 = .3225 Nivel de pertenecía



Gráfica 41: Función triangular precio completo COX cuarto. fuente (elaboración propia)

Considerando en cuenta que la diferencia de los importes esta desde los 45 pesos hasta los 63 pesos, al tomar la condición completa, donde entren los 6 precios, se desarrolla un rango de 90 donde el resultado de la aplicación de la función da 119.33 como precio mínimo de esta presentación dando a conocer que aún es un numero alto para competir con los \$91 pesos de la otra empresa y resultando solo un 32% de nivel de pertenencia para la ganancia de este producto por lo tanto no es posible tenerlo más bajo ya que no tendría la rentabilidad requerida por el corporativo.

Al desarrollar la función de manera específica en los precios de mayoreo se encuentra:

$$\mu = \frac{-x + 139}{140}$$

$$\mu = \frac{x - 90}{50}$$

$$\frac{-x+139}{140} = \frac{x-90}{50}$$

$$(50) - x + 130 = x - 90 (140)$$

$$- 50x + 6,950 = 140x - 12,600$$

$$12,600 + 6,950 = 140x + 50x$$

$$19,550 = 190x$$

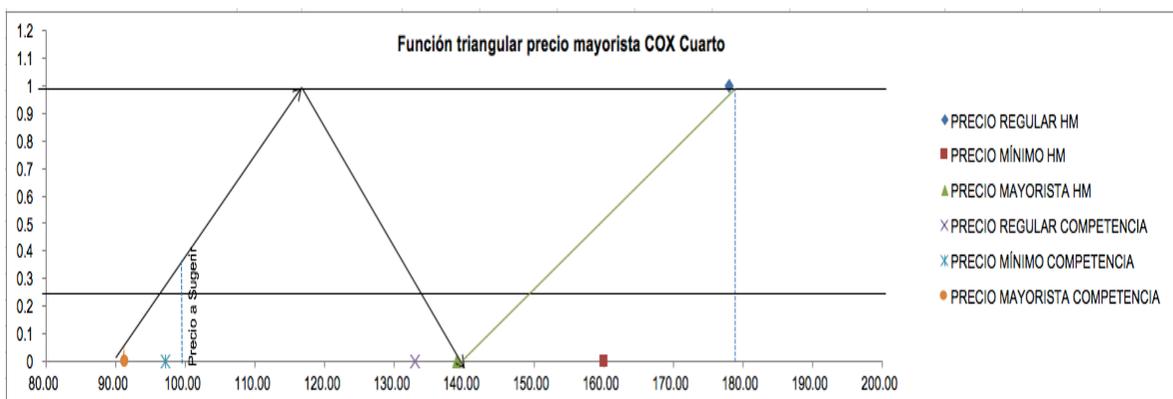
$$\frac{19,550}{190} = x$$

$$102.89 = x$$

Sustitución

$$\frac{-102.89+139}{140} = \frac{102.89-90}{50}$$

.2579 = .2578 Nivel de pertenecía



Gráfica 42: Función triangular precio mayorista COX cuarto. fuente (elaboración propia)

La aplicación de la función a mayorista muestra que el precio sobre la competencia sigue siendo alto por \$11.89 pesos con un nivel de pertenencia de .2580 lo cual deja claro que al seguir bajando el precio para que sea semejante al precio contrario se estima una baja rentabilidad o cual no permite la ganancia esperada en esta presentación.

VI Conclusiones

Durante bastante tiempo Cervecería HM ha empleado estrategias básicas de determinación de precios con lógica matemática normal, lo cual ha resultado favorecedor para la exigencia del momento; sin embargo, a lo largo de los años el mercado cervecero se ha endurecido y hoy por hoy la competencia es muy fuerte, derivando que dichos métodos sean menos efectivos para mantener un precio atractivo hacia el cliente el cual pueda fijar el cumplir con las fuertes metas de ventas empleadas por la empresa.

El diagnóstico que se realizó a permitido concluir que el modelo existente de determinación de precios se ejecutó mediante una serie de encuestas programadas hacia los clientes, visualizando una parte antigua sobre la automatización de precios puntualizando al consumidor final, sin embargo, no considera al mayorista ni al detallista, provocando un distanciamiento de precios entre la empresa y el cliente directo dejando al comprador escoger entre la empresa y otros usuarios de la misma como proveedores recurrentes, resultando una baja venta del producto en las rutas que atienden pequeños negocios

Al analizar las ventas de la ruta de mayoristas se encontró que estos mismos clientes cuentan con una gama de productos de otra empresa la cual hace que el precio entre el producto de HM y la competencia tenga una gran diferencia, originando que la empresa de competencia no solo aplique un descuento de mayorista si no también un precio especial asumiendo un problema directo con el precio completo hacia el cliente.

La demanda mayorista es una clave para el volumen de venta de la empresa ya que es necesario emplear estrategias de venta que permitan una delimitación de mercado que pueda observar cuáles son sus compradores y sus ventajas sobre ellos.

Por último, se realizó la propuesta del modelo de gestión de precios basando su elaboración en el modelo de lógica difusa, destacando que la solución dada por las funciones triangulares crea un panorama distinto de la determinación de estos sustentando una combinación entre las estrategias a nivel corporativo y las ventas en un área local; creando una sugerencia viable que beneficie tanto a la empresa como al cliente, Concibiendo a futuro la incorporación de agentes nacionales para poder crear conjuntos difusos capaces de sustentar el sistema en todo el país.

La empresa ha propuesto expandir el modelo al área de descuentos donde el encargado cuente con una herramienta automática analizando ciertas “fechas especiales” (semana santa, septiembre y navidad) donde la compañía emplea promociones de gran impacto y el producto llega por completo a igualar el precio de la competencia, lo que da pie a que los gerentes locales soliciten precios más bajos con buena rentabilidad para ciertos clientes que pueden llegar a tener volumen mayorista.

Queda claro para la Cervecería HM Hidalgo que los fuzzy sets son aplicados para cualquier problemática de incertidumbre de manera interna o externa destacando desarrollar e innovar soluciones para cada situación dada; estando conforme con los resultados obtenidos, brindando un amplio panorama sobre las acciones de sus clientes y trabajando para que cada uno de ellos tenga una completa preferencia por la marca Cervecería HM.

VII Referencias.

Anderson, P. (2016). *Dirección estratégica*. Recuperado de <http://www.ebooks.com>

Arteaga, R. (2014). Cerveceros Prevén crecimiento superior al PIB en 2014. *Forbes*, 5, 20.

Becerra, V. (2000). *Análisis del consumo de cerveza en el área metropolitana de Monterrey: un modelo de respuesta censurada*. El Colegio de México A.C., Estudios Economicos, Monterrey Nuevo Leon.

Breigen, J. (2014). Beer is on the rise. *Brauwelt*, 3. Recuperado de www.brauwelt.com

Cadena, J. (2011). La Teoría Económica y Financiera del Precio Dos Enfoques Complementarios. *Criterio Libre*, 59-80.

Cano, M. (2005). Técnicas económicas aplicadas en el análisis del consumo (Tesis de Maestría). *Universidad Autónoma de Chihuahua*, Ciudad Juarez Chihuahua. Recuperado de www.dialnet.com

Central, M. (2004). *matlab central*. Recuperado el 30 de abril de 2015, de MATLAB Central - MathWorks: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/>

Corzo, Y. (2011). *Logica Difusa*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de Logica Difusa: www.casanchi.com

Cunico, L. (2013). Una aplicación de lógica difusa en el modelado de una cadena de suministros con incertidumbre en el abastecimiento de materiales. *Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering*, 265-280.

Duran, I. (2000). *Logica Borrosa*. Universidad Carlos III. Madrid: Universidad Carlos III.

Economista, E. (2016). *Como es el precio en la actualida*. Recuperado el 7 de noviembre de 2017, de www.economista.com

Ehow. (2017). *Ehow*. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de http://www.ehowenespañol.com/metodo-precios-basado-costos-info_372897/

Espejo, L. F. (2014). *Mercadotecnia*. Recuperado de <http://www.ebooks.com>

Fernandez, M. (2017). Fermenta en México en mercado cervecero. *Reforma*. . Recuperado el 7 de noviembre de 2017, de www.elreforma.com

Gil, A. J. (2011). *Methods for decision making in an uncertain environment*. España: Royal Academy of Economic and Financial Sciences

Gil, J. (2005). *La matemática borrosa en economía y gestión de empresas* (Vol. 768). Barcelona: Horizontes matematicos.

Godínez, R. (junio- noviembre de 2011). Modelo de un sistema experto a partir de la aplicación de lógica difusa ayudar en las desiciones bursátile. *Revista de la Universidad del SABES*.

González, C. (2012). Lógica Difusa. *Técnicas de softcomputing*, 5-10.

Gordon, J. (2011). Internacional Brewing (beer). *Brawelt*, 15. Recuperado de www.Brawelt.com

HM, R. a. (2016). *bmv.com.mx*. (C. HM, Ed.) Recuperado el 4 de abril de 2017, de [www.bmv.com.mx](http://www.bmv.com.mx/docspub/infoanua/infoanua_598720_2014_1.pdf)
http://www.bmv.com.mx/docspub/infoanua/infoanua_598720_2014_1.pdf

Klimovsky, E. A. (2005). *Modelos básicos de las teorías de los precios*. Distrito federal, México: Revista latinoamericana de economía.

Lazzarri Luisa, M. E. (2007). Los conjuntos borroso: una introducción. *Cuadernos del CIMBAGE*, 1-25.

Lira, G. (2015). *Mercado mundial cervecero crece 2%*. . Recuperado el 5 de noviembre de 2017, de Reforma: www.reforma.com

Maestre, R. J. (2017). *La incertidumbre en las empresas* . Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de iebchol: www.iebschol.com

Mendoza, L. (2009). Sistemas de logica difusa una aplicación a la percepción empresarial. *Umiversidad y Empresas*. Recuperado el 5 de abril de 2015, de Enciclopedia virtual: www.eumed.net

Modelo, G. (2014). *Grupo Modelo*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2014, de www.grupomodelo.com.mx: <https://www.gmodelo.mx/>

Morales lizet, M. P. (2007). Consumo e incertidumbre, Una Investigación Empírica Para Bolivia. *Revista de análisis del banco central de Bolivia*.

Ochoa, F. (5 de junio de 2012). *El valor de las cosas*. (Tinsa, Productor) Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de www.elvalordelascosas.es

Pallares, M. (10 de Febrero de 2014). Duopolio cervecero en México, el más fuerte del mundo. *El Financiero*.

Pirla, F. (1999). *Lógica Difusa para la gestión de empresas* (Vol. 50). España: Universidad Calplutense.

Portillo, A. (2015). Estrategias de precios. *Sisbib*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de www.sisbib.es

Rico, M. T. (2008). *Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de

aprende en línea:

<https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/cont/article/view/2169/1763>

Rodriguez, M. (2017). *El precio en las empresas*. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, de mi proyecto PYME: www.miprojectopyme.com.mx

Salazar, f. (2014). *Salud y cerveza*. Recuperado el 14 de noviembre de 2014, de salud y cerveza: saludycerveza.com

Saldaña, J. R. (2011). Toma de decisiones mediante técnicas de razonamiento incierto. *revista de posgrados FIME*, 30.

Soto, O. (2015). *Industria cervecera un mercado a prueba de crisis*. Recuperado el 29 de marzo de 2016, de Forbes México: www.forbes.com.mx

Steve, J. (2016). Beer market reports 2016. *Report linker*. Recuperado el 29 de marzo de 2016, de www.brauwlet.com

Tremante, R. (2014). *Teoría de conjuntos difusos y lógica difusa*. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de icc.uma.es: www.icc.uma.es

Valentin, k. G. (2016). *Como determinar precios*. Recuperado el 17 de noviembre de 2017, de entorno empresarial: www.entornoemp.com

Valores, B. M. (2009). *reporte anual 2009 Cervecera HM*. (B. M. Valores, Productor) Obtenido de Grupo BMV: <https://www.bmv.com.mx>

Vega, O. Z. (2011). *Lógica Difusa*. Recuperado el 20 de noviembre de 2017, de uaeh.edu.mx: www.uaeh.edu.mx

Velazquez, M. (25 de junio de 2014). *Logica difusa conceptos economicos, juridicos y sociales*. (E. virtual, Productor) Recuperado el 5 de abril de 2015, de Enciclopedia virtual: www.eumed.net

Yanger, R. (2000). Essentials of fuzzy modeling and Control. *SIGART Bulletin*.

Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8, 338-353.

