



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

“Utilización de un método heurístico para la gestión de utilidades. Caso: Proveedores de servicio de internet.”

TRABAJO TERMINAL

Presentado por:

ING. ADRIÁN LÓPEZ MARTÍNEZ

En opción al grado de:

MAESTRO EN INGENIERÍA DE OPERACIONES ESTRATÉGICAS

ASESOR:

Dr. Jesús Fco. Escalante Euán

Mérida, Yucatán, México

Febrero 2018

Mérida, Yuc. a 19 de febrero de 2019.

Dr. Julio César Sacramento Rivero

Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación
Facultad de Ingeniería Química.
Presente.

Por este medio informo a Ud. que el Trabajo Terminal denominado “Utilización de un método heurístico para la gestión de utilidades. Caso: Proveedores de servicio de internet” elaborada por el, C. Adrian Lopez Martinez para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Operaciones Estratégicas, ha sido realizado bajo mi asesoría y dirección, y considero que cumple con las características propias de un trabajo de titulación.
Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional.

Atentamente

Dr. Jesús Fco. Escalante Euán

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El presente trabajo denominado “UTILIZACIÓN DE UN MÉTODO HEURÍSTICO PARA LA GESTIÓN DE UTILIDADES. CASO: PROVEEDORES DE SERVICIO DE INTERNET” elaborado por el C. ADRIÁN LÓPEZ MARTÍNEZ, ha sido autorizado para ser presentado en Examen en opción al Grado de MAESTRO EN INGENIERÍA DE OPERACIONES ESTRATÉGICAS.

LOS REVISORES

Dr. Jesús Fco. Escalante Euán
Tutor Presidente

Dr. Alan García Lira

M.C. Miriam Chan Pavon

EL DIRECTOR

EL AUTOR

(NOMBRE Y FIRMA)

Ing. Adrian Lopez Martinez

Aunque un trabajo hubiere servido para el Examen de Grado y hubiere sido aprobado por el Sínodo, sólo su autor es responsable de las doctrinas en él emitidas

Artículo 90 del Reglamento Interior de la
Facultad de Ingeniería Química de la
Universidad Autónoma de Yucatán

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en compensación del amor y animo brindado por mis padres, Angelina, Juan, y hermana Judith, con los que siempre he contado en cada esfuerzo de mi vida.

En especial a mi familia política Alba y Rafael por compartir me sus atinados puntos de vista.

Agradezco a mi hija Camila, por la alegría que me ha traído y finalmente nada de esto hubiera sido posible sin el apoyo constante, cuidado y amor de mi esposa Sara Sofia.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, me gustaría agradecer a mi director de tesis el Doctor Jesus Escalante Euan, por inspirarme en el estudio de heurísticas de aprovechamiento y optimización, por compartir conmigo sus percepciones.

Fui muy afortunado de haber trabajado muy de cerca con él. Siempre me sorprendió su habilidad para dar su opinión a vuelo de agila en cualquier problema y estar muy atento a los detalles sin perder de vista el bosque del conocimiento.

También un agradecimiento a los miembros del comité tutorial. Estoy agradecido con Mtra. Miriam Chan Pavón, Dr. Alan García Lira y Dr. Eduardo Castaneda Pérez, por responder atentamente y proporcionarme comentarios detallados en cómo mejorar el trabajo final, la amplitud y profundidad de sus conocimientos fue en verdad maravillosa.

Quiero agradecer a mis colegas en la Facultad de Ingeniería Química, Valentina Ceh, Jorge Garma y Rodrigo Preciado, por todo lo que he aprendido de ellos acerca de logística, cadena de suministro y gestión de operaciones.

CONTENIDO

	Página
CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	4
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Marco conceptual	14
2.2 Marco contextual	30
2.2.1 Precios de tarifa plana	34
2.2.1.1 Renta mensual	34
2.2.1.2. Costo por hora	35
2.2.2 Asignación de precio de acuerdo con el uso	35
2.2.3. Asignación Paris Metro	36
2.2.4. Asignación por Token	37
2.2.5 Asignación de precio por prioridad	37
2.2.6. Asignación de precio basado en reservación	38
2.2.7. Asignación de precio basado en horario del día	38
2.2.8. Asignación de precio basado en capacidad esperada	39
2.2.9. Asignación acumulada	39
2.2.10. Asignación de precio basada en aplicación y contenido	40

2.2.11. Asignación de precios dinámicos	40
2.2.11.1. Asignación de precios por sorteo	40
2.2.11.2. Prioridad dinámica	41
2.2.11.3. Asignación de precios por igualdad proporcional	41
2.2.11.4. Asignación de precios por ancho de banda efectivo.....	42
2.2.11.5. Asignación responsiva de precios	42
2.2.12 Asignación de precios por subasta.....	43
2.2.12.1. Asignación de precios por congestión	43
2.2.12.2. Día adelantado dependiente del tiempo y su asignación de precios	44
2.2.12.3. Asignación de precios por teoría de juegos.....	40
2.2.12.4. Cargos por exceso	45
2.2.13. Otros estudios.....	40
III. OBJETIVOS.....	50
3.1 Justificación y planteamiento del problema	50
3.1.1 Justificación y delimitación de la investigación	50
3.1.2 Tipo de investigación	50
3.1.3 Planteamiento del problema.....	51
3.2 Objetivos de la investigación.....	53
3.2.1 General	53
3.2.2 Específicos	53
VI. MATERIALES Y METODOS.....	54
4.1 Tipo de investigación y enfoque.....	54
4.2 Enfoque de investigación	54
4.3 Unidad de Análisis	54
4.4 Metodología	54

4.4.1 Monitoreo de la naturaleza.....	56
4.4.2 Datos crudos.....	57
4.4.3 Datos de entrada	58
4.4.4 Datos válidos	53
4.4.5 Estadísticas	59
4.4.6 Producto estadístico.....	61
V. DESARROLLO	62
5.1 Monitoreo de la naturaleza.....	62
5.2 Datos crudos.....	68
5.3 Datos de entrada	69
5.4 Datos válidos	70
5.5 Estadísticas	72
5.6 Producto estadístico	76
VI. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	77
6.1 Resultados obtenidos	77
6.2 Discusión	85
6.3 Recomendaciones	91
6.4 Conclusiones	92
ANEXO 1	93
GLOSARIO.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Medición de tráfico global en redes móviles 2007-2012.	10
Figura 2. Medición de tráfico global en redes móviles 2013-Q3 2018.	11
Figura 3. Administración de utilidades, precios dinámicos, CRM y rentabilidad.	iv
Figura 4. Árbol de espacio muestral resultante del lanzamiento de dos monedas.	vi
Figura 5. Diagrama de valor esperado para la toma de decisiones.	23
Figura 6. Modelo SNMP como un agente accede el MIB en un dispositivo gestionado.	1
Figura 7. Árbol SMI y organización de nombres.	4
Figura 8. Árbol MIB por nombre y número.	10
Figura 9. Cálculo e interacción de las funciones de oferta de ISP y demanda de usuarios de un solo enlace de acceso en un mercado simplificado.	32
Figura 10. Taxonomía de la fijación de precios.	34
Figura 11. Captura y procesamiento de datos para toma de decisiones.	55
Figura 12. Gráfico de valor monetario esperado a definir.	61
Figura 13. Captura de pantalla del caminado SNMP de una antena con el software MIB Browser de Ireasoning.	63
Figura 14. Captura de pantalla código C en la interfaz gráfica de la interfaz de desarrollo GEANY.	64
Figura 15. Captura de pantalla del guion Bash utilizado para la consulta de SNMP.	64
Figura 16. Impresión de pantalla del demonio crontab.	27

Figura 17. Guion Bash 1.1, inicialización de variables, formato de fecha y primeros comandos get.	28
Figura 18. Guion Bash 1.2, tratamiento de variables, envío de datos a archivo separado por comas y desplazamiento de variables.....	30
Figura 19. Gráfica de dispersión y zonas estratégicas.	73
Figura 20. Gráfica de dispersión enlace usuario 2- 7Mbs.	34
Figura 21. Gráfica de dispersión enlace usuario 10- 7Mbs.....	34
Figura 22. Histograma enlace usuario 2- 7Mbs.....	34
Figura 23. Histograma enlace usuario 10- 7Mbs.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Utilidades esperadas para diferentes tamaños de estacionamiento. ...	22
Cuadro 2. Condiciones a definir en el gráfico de dispersión.....	60
Cuadro 3. Condiciones definidas en el gráfico de dispersión.	74
Cuadro 4. Estrategias definidas de acuerdo con el gráfico de dispersión.....	vii
Cuadro 5. Porcentaje de observaciones en diagrama de dispersión.....	80
Cuadro 6. Valor monetario esperado.	4

RESUMEN

En este trabajo se estudió un conjunto de métodos de evaluación y asignación de precios para los servicios de conectividad a internet. Se utilizó un método de análisis heurístico, el cual se describe en el capítulo 4.4, como una herramienta de soporte para la toma de decisiones para los proveedores de internet; esto con la finalidad de explorar esquemas de oferta de servicios, en función del patrón de consumo de sus clientes.

La presente investigación, señala que la mayoría de los estudios en el tema describen modelos matemáticos, que simplifican el modelado de la probabilidad de los usuarios al elegir un plan de datos móvil o residencial.

Después, contrasta la necesidad de una herramienta que los micro-proveedores de servicios de Internet puedan utilizar para gestionar sus utilidades, aprovechando la capacidad ociosa de su propia infraestructura y que además sea económica.

Se describen conceptos y herramientas de administración en sistemas operativos Linux, que luego son utilizados en la etapa de monitoreo de diez clientes residenciales de un proveedor de internet en el sureste de México.

Así mismo, se explica en detalle un método para el proceso para depurar y transformar los datos obtenidos del monitoreo realizado. Finalmente, se analizó dicha base de datos para valorar mediante estadística descriptiva, el valor monetario esperado para cada cliente analizado.

Concluyendo que el método propuesto contribuiría significativamente al proveedor de servicios, en la fase de selección de usuarios potenciales, para aprovechar y comercializar de una manera más eficiente su capacidad ociosa.

La solución, sería posible sin deteriorar el desempeño de los circuitos de proveedores de subida, operando con la misma infraestructura, la misma fuerza de ventas, ayudando a mejorar su rentabilidad comercial.

Palabras clave: Asignación de precios, gestión de utilidades, servicios de internet, análisis de datos.

ABSTRACT

In this work, it is described a group of different methods for evaluating and setting prices, for internet connectivity services. It employs a heuristic method, which is described in the chapter 4.4, as a support tool for decision making by Internet service providers; Aiming to explore service offering schemes, in alignment with customers consume patterns.

This investigation, points out that most of studies done on the subject described mathematical models, that simplify probability modeling of users when they choose a mobile or residential data plan. Later, it contrasts the need for a tool that Internet service micro providers, could use to manage their revenues, to exploit idle capacity of their infrastructure and this should not be onerous.

It describes concepts and management tools in Linux operative systems, that later are used in the monitoring phase against then residential clients in a micro provider in Merida Yucatan, Mexico. Also, it describes a method to clean up and transform data obtained from monitoring. Finally, it applies an exploratory data analysis this dataset to fix an expected monetary value for each client in the analyzed group.

Concluding that the method used, may contribute significantly to service providers, in the selection phase for potential users, to exploit and commercialize more efficiently its idle capacity. This solution, is viable without performance deterioration on provider uplink circuits, operating with the same infrastructure, same sales force, and improving its profits.

Keywords: Price setting, revenue management, internet services, data analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de utilidades es la aplicación disciplinada y táctica que intenta predecir el comportamiento de un grupo de consumidores, a través de optimizar la disponibilidad de un producto para maximizar la utilidad generada por su comercio. Estos sistemas incluyen dos componentes muy importantes.

El primero es una herramienta de optimización que encuentra el mejor precio y un escenario de disponibilidad y la segunda es una herramienta que pronosticó la demanda de ese producto. El aspecto de la modelación de la demanda proporciona los datos de entrada esenciales para el modelo de optimización.

Tradicionalmente, la demanda para diferentes productos en los sistemas de gestión de utilidades se asume como la variable independiente. Comúnmente se utilizan métodos estadísticos para capturar los efectos estacionales de la demanda; los cuales tienen cierto grado de fallo al responder adecuadamente a los ligeros cambios en el la mezcla de los productos disponibles en cierto tiempo en un punto de distribución específico.

En los sistemas de gestión de utilidades es benéfico usar modelos que capturen el comportamiento de los clientes en vez de modelar la demanda de los productos. El tráfico generado por los usuarios de internet se ha incrementado rápidamente a medidas vertiginosas. Los reportes muestran que el tráfico crece a doble dígito en su medición año con año.

El crecimiento del tráfico de internet se atribuye al creciente número de suscriptores de teléfonos inteligentes, y a el incremento de consumo de datos por suscriptor. La amplia disponibilidad de los teléfonos inteligentes y la creciente cantidad de datos generados por los usuarios de teléfonos móviles han levantado conjuntos de datos

muy grandes que pueden ser usados para caracterizar y entender la movilidad de los usuarios, así como sus patrones de comunicación e interacción.

El incremento de este tráfico presiona a los operadores de redes a lidiar con un problema como la adecuada gestión de los recursos. El decidir la cantidad correcta de recursos es una tarea fundamental y puede ocasionar condiciones como el sub-provisionamiento o el sobre-provisionamiento.

La primera sucede cuando los recursos de la red no son adecuados para servir la carga de trabajo de la red, que ocasionaría usuarios insatisfechos. Por otro lado, la condición de sobre-provisionamiento resulta al destinar una cantidad excesiva de recursos de red, que ocasionaría un desperdicio de recursos.

Prevenir ambas condiciones, los operadores de red necesitan visibilidad en los factores que influyen en el tráfico de la red. Conocer las características del tráfico de la red ayuda a los operadores a planear el provisionamiento efectivo de recursos y acomodar demandas de tráfico futuro de forma más eficiente.

En un sentido amplio la heurística se relaciona con la creatividad en la resolución de problemas y algunos autores se refieren a ella como «Una regla sencilla y eficiente para orientar la toma de decisiones y para explicar en un plano práctico cómo llegar a un juicio o solución de un problema». Usualmente una heurística opera cuando un problema es complejo o el problema trae información incompleta.

En general, una heurística puede considerarse como un atajo a los procesos mentales activos y, por lo tanto, es una medida que facilita los recursos de cálculo disponibles excluyendo la aplicación exhaustiva de un algoritmo perfecto e infalible.

Esta es la razón por la cual las heurísticas funcionan efectivamente en la mayoría de las circunstancias, sin embargo, también pueden conducir a errores sistemáticos

en la toma de decisiones. Dado la inexactitud de las heurísticas, es fundamental conocer los casos en los que son aplicables y los límites a su uso.

El objetivo principal del presente trabajo es el de utilizar un método heurístico que ayude a identificar un grupo de usuarios que consumen un circuito de internet, empleando comportamientos reales provenientes de un proveedor de red inalámbrico. (por sus siglas en inglés Wireless Internet Service Provider).

En general, las contribuciones de este trabajo terminal se incluyen:

- Descripción de las principales motivaciones y restricciones de la demanda desde el punto de vista del proveedor y el consumidor en los sistemas de gestión de utilidades.
- Introducción de un método de toma de decisiones en condiciones de incertidumbre aplicados a un proveedor de internet inalámbrico.
- Demostrar el impacto de la gestión de utilidades en el incremento de las ventas en una empresa de servicio al analizar sus series de tiempo.

En este trabajo se describe la historia del Internet, los agentes del ecosistema, sus principales motivaciones y razones de utilidades de cada agente, se menciona el modelo analítico para la toma de decisiones bajo riesgo, usando el diagrama de valor monetario esperado, y los criterios para la toma de decisiones.

Se hace una revisión de la taxonomía de la fijación de precios para los proveedores de internet, para después hacer una revisión de otros trabajos que han intentado optimizar los recursos en la red de los proveedores de internet.

Se describe al protocolo de monitoreo simple y las técnicas utilizadas para hacer un caminado de SNMP para obtener las estadísticas de uso y el trabajo realizado con el departamento de ingeniería de los proveedores de internet para describir las estrategias que convendría implementar en cada uno de los casos que se presenten

al optimizar los recursos disponibles, después se explica la metodología para el análisis de los datos recabados y se define la heurística del plan comercial, para continuar con los resultados estadísticos descriptivos que dan el soporte matemático para la toma de decisiones y se termina con las recomendaciones que son las actividades necesarias para el proveedor de servicio concluyendo con los aprendizajes obtenidos de este ejercicio.

Por último, en el anexo se incluyen los guiones de análisis de datos en R que pudieran ser de utilidad para futuros trabajos relacionados en la manipulación y predicción de series de tiempo de alta frecuencia.

1.1 Antecedentes

El internet es la tecnología decisiva en la era de la información, así como la máquina de vapor fue el vector de inicio de la era industrial. Esta red de computadoras global, hoy hecha con múltiples dispositivos alámbricos y también inalámbricos proporciona una capacidad multimodal e interactiva que trasciende la temporalidad de la comunicación de la voz viva. El internet, una tecnología que ya tiene más de 30 años, cuando se desarrolló la *ARPANET* en el año 1969 (Abbate, 1999).

Fue en 1990 cuando fue privatizada y liberada del control del departamento de comercio de Estados Unidos de América, y esta noticia se esparció alrededor del mundo en 1996 la primera encuesta de usuarios de internet contó con 40 millones.

A finales del año 2017, un estudio realizado por *We are social* y *Hootsuite*, que son dos empresas de internet dedicadas a la gestión de redes sociales; contabilizó que de la población mundial que consta de 7.476 mil millones, 3,773 millones son usuarios de internet y 2,549 millones son además usuarios de internet por su teléfono móvil.

El año 2017, fue el año que marcó el quiebre de la tendencia en la manera que se acceden a las páginas de internet públicas ya que el 50.3% fueron realizadas desde un teléfono móvil. Esto contrasta, porque durante los inicios del internet el acceso estaba limitado a la telefonía regular (*PSTN*, del inglés *Public Switched Telephone Network*).

En la infraestructura de telecomunicaciones en los países emergentes esto cambió gracias a la introducción del protocolo *DOCSIS 1.0* que en 1997, introducía la conectividad de internet a través del tendido de cable coaxial utilizado por los sistemas de televisión de paga, modificando los protocolos existentes de *thinnet* y *thicknet* formulados en 1980, conocidos como los estándares *IEEE 802.3*.

Según el reporte anual de América Móvil del año 2009, *Claro Argentina*, fue la primera compañía de telecomunicaciones en América en ofrecer el servicio de internet de fibra óptica, el año siguiente en el 2010, lo hace la compañía Verizon en Estados Unidos y después Telmex en México instaurándose así la tecnología *FTTH* (del inglés *Fiber to the Home*).

Después de ocho años, si se contaran los teléfonos familiares o los que sirven poblaciones lejanas que tienen escasa cobertura, podría decirse que estamos muy cerca de que la humanidad está enteramente conectada, a pesar de las grandes diferencias del servicio en cuanto a eficiencia y precio.

En el fondo, las redes de comunicación a través del internet aseguran la producción, distribución y el uso de la información digital; en todos los formatos conocidos por el hombre: visual, auditivo, táctil y algunos más osados han intentado transmitir sistemas de olores.

En un estudio (Rainie & Wellman, 2012) se observó que regularmente entre más sociable sea una persona, estará más dispuesta a usar el internet; y entre más use

el internet, más se incrementara la sociabilidad dentro o fuera del internet, su compromiso cívico y la intensidad de las relaciones de amistad y familiares.

“*El Internet es la tecnología de la libertad*” definición que acuñó Ithiel de Sola Pool en 1983; él fue profesor de Sociología de la Universidad de Chicago y realizó predicciones acerca de cómo consumimos los medios de comunicación a través de la Internet (Castells, 2014).

El mismo Castells comenta que esta tecnología fue paradójicamente financiada por el pentágono en beneficio de los científicos ingenieros y sus estudiantes sin una aplicación militar en mente y que la expansión del internet desde mediados de los años 90s resultó de tres importantes factores:

1. El descubrimiento tecnológico por parte de Tim Berners-Lee en los años 70 y su legado al distribuir el *código fuente* para mejorar la distribución del *código abierto* a una comunidad de usuarios que dieran continuidad a la apertura de los códigos de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet, mejor conocido como *TCP/IP*.
2. El cambio institucional de la administración del Internet, manteniendo una administración relajada de la comunidad global, privatizándose, permitiendo su uso comercial y cooperativo.
3. Un cambio en la estructura social, cultura y de comportamiento social; *hacer redes*, traído del vocablo ingles *networking*, el cual ha prevalecido como una forma organizacional; de individualización como la primera orientación del comportamiento social.

Desde el 2002, con la creación de *Friendster* otra red social que perdió el interés de sus abonados mucho antes de volverse popular entre los jóvenes y que fue predecesora de *Facebook*, otra revolución socio-tecnológica sucede en Internet; el

crecimiento de los sitios de redes sociales se debe a que todas las actividades humanas están presentes, desde la interacción personal de negocios, el trabajo, la cultura, la comunicación, los movimientos sociales e incluso políticos (Castells, 2014).

Boyd & Ellison (2007), mencionan que los sitios de redes sociales son servicios de páginas web que permiten a los individuos lo siguiente:

Construir un perfil público, o semipúblico en un sistema entrelazado.

Articular una lista de otros usuarios con quienes comparten una conexión.

Ver y revisar de su lista de sus conexiones y la lista hecha por otros dentro del sistema.

Castells, (2014) también resalta que el uso de redes sociales, en tiempo gastado globalmente por la humanidad, sobrepasó al correo electrónico en noviembre del 2007. Sobrepasó la cantidad de usuarios de correo electrónico registrados en julio del 2009. Y en términos de usuarios ha alcanzado a mil millones en septiembre del 2010, *Facebook* cuenta con la mitad de todos esos usuarios.

Aunque las redes sociales (SNS contracción del inglés *social network services*) tienen diferente popularidad de acuerdo con el país de origen y cultura de los usuarios. Facebook, empezó con miembros solo pertenecientes a los estudiantes en Harvard en 2004 y hoy están presentes en todas las latitudes del mundo; QQ, *Cyworld* y *Baidu* dominan en China, *Orkut* en Brasil; mientras *Mixi* lo hace en Japón.

Hoy en día, la importancia de la actividad en Internet es a través de las redes sociales; las cuales se han convertido en las plataformas preferidas para todo tipo de actividades, no solo de amistad o comunicación informal, sino para mercadotecnia, comercio electrónico, educación, creatividad cultural, distribución de entretenimiento y medios, aplicaciones de salud, activismo político, entre otras. Esta es la tendencia más significativa de la sociedad humana actual.

La gente construye redes sociales con otros para estar con ellos y la base de ese criterio es incluir a quienes ya actualmente conoce. Con la popularidad de los teléfonos celulares y su capacidad de comunicarse a través de Internet ayuda a sus usuarios a tener una conectividad permanente.

El Internet como todas las tecnologías, no produce efectos por sí sola. Aún tiene efectos de alterar la capacidad de un sistema de comunicación que está organizado alrededor de flujos que son interactivos, multimodales, asíncronos, global o local, de difusión o multidifusión.

Estas características afectan el sistema de relaciones sociales establecido por el alcance tecnológico de las aplicaciones móviles. Se puede considerar que sin el internet la humanidad no hubiera alcanzado la velocidad de desarrollo que hoy tiene para comunicarse; el internet es el catalizador en la Era de la Información y puede proporcionar el servicio de transporte de ésta, en forma de datos, una industria que es relevante estudiar y optimizar.

Con la desregulación del Internet muchas entidades comerciales entraron al negocio a proporcionar varios servicios con la finalidad de obtener ganancias. Las entidades que proporcionan infraestructura de red y servicios de conectividad los llamados Proveedores de Servicio de Internet (ISP, por sus siglas en inglés *Internet Service Provider*).

Las entidades que proporcionan contenido en línea y servicios de aplicación se llaman Proveedores de Servicio de Contenido (CSPs, por sus siglas en inglés *Content Service Provider*).

La creación y el mantenimiento de la infraestructura de un proveedor de Internet ya sea cableado o inalámbrico conllevan gastos onerosos. Por lo cual, es muy común que los proveedores de Internet recuperen sus costos cobrándoles a sus clientes por los servicios de conectividad.

Los proveedores de Internet de acceso cargan una suscripción mensual a sus usuarios finales. Los proveedores de *hosteo* donde se realizan los cálculos para dar formato a las páginas web, cobran por el cómputo, el almacenamiento y los recursos de red que los *CPUs* utilizan para desplegar sus anuncios, además de vender bienes en línea y ofrecer servicios pagados. Ambos proveedores, los de acceso y los de contenido pagan a los proveedores de tránsito por el tráfico que cruza el internet.

El internet es una red de miles de *ISPs* interconectados, operados por entidades enfocadas a generar utilidades, cada *ISP* revisa meticulosamente con sus ingenieros su propia red para habilitar caminos eficientes para sus propios flujos. Las interconexiones entre *ISPs* son mantenidas por intereses económicos y negociaciones financieras. Para establecer relaciones de negocios *inter-ISP* un *ISP* negocia contratos bilaterales con sus vecinos basados en muchos factores, como la demanda potencial de tráfico.

Es por ello por lo que, desde un punto de vista económico, el Internet es una red vagamente conectada de relaciones de negocios *inter-ISP* establecida bajo políticas económicas complejas (W. B. Norton, 2014).

Por su parte Page, M., Firth, C., & Rand (2016) anotan que, en la actual economía de internet, en los *CSPs* el porcentaje de las utilidades es del 283% mayor que el de los *ISPs*. El crecimiento de las utilidades de los *CSPs* es aumentado por los comerciales en línea que crecen con el consumo de internet de los usuarios.

Entonces, los *CSPs* tienen incentivos de crear contenidos en línea novedosos y creativos, que consumen capacidad sustancial de la red, como son las corrientes de vídeo (por su traducción del inglés *video-streaming*) en línea en tercera dimensión.

Lo anterior explica el porqué del crecimiento dado en los últimos 10 años en el volumen del tráfico de datos comparado con el de la voz en teléfonos móviles, según el reporte *Ericsson Mobility Report 2012* (ver figuras 1, 2).

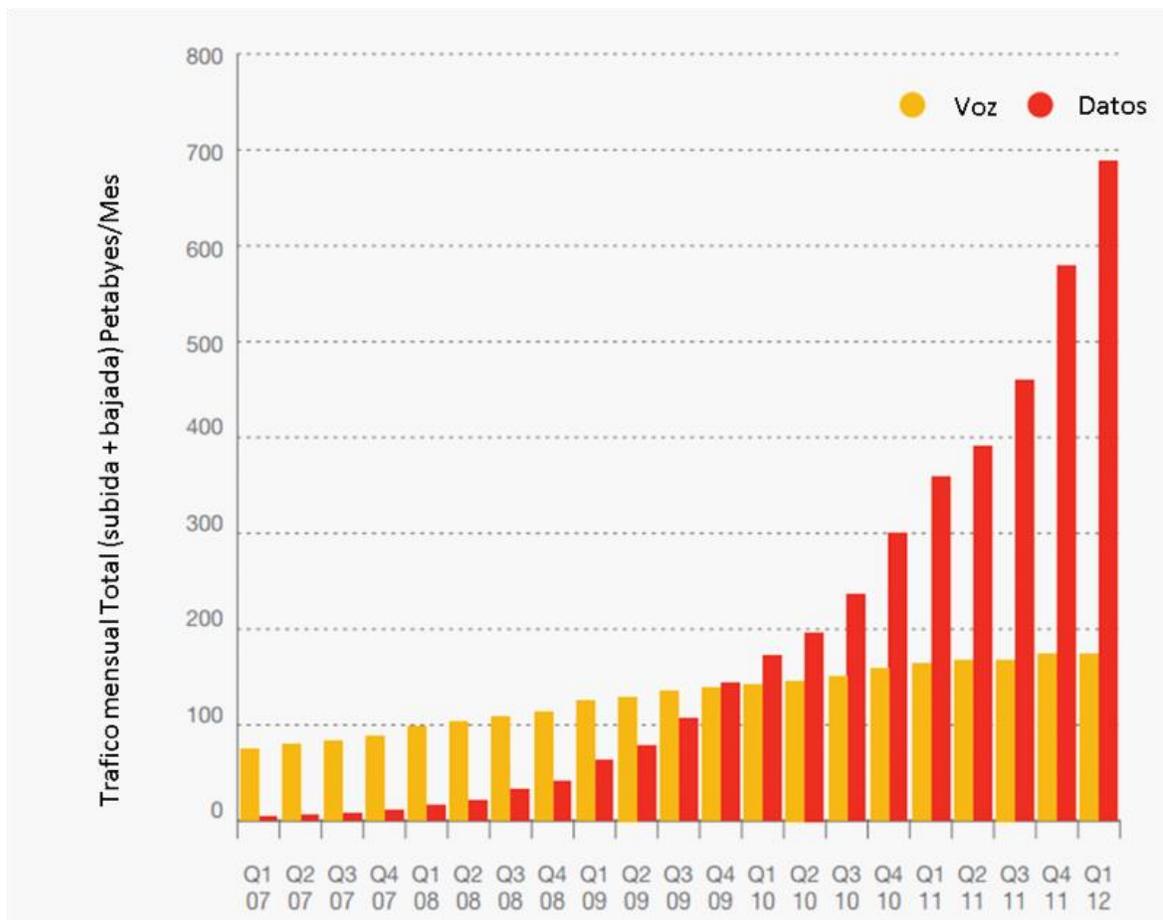


Figura 1. Medición de tráfico global en redes móviles 2007-2012.
Fuente: *Ericsson Mobility Report 2012*.

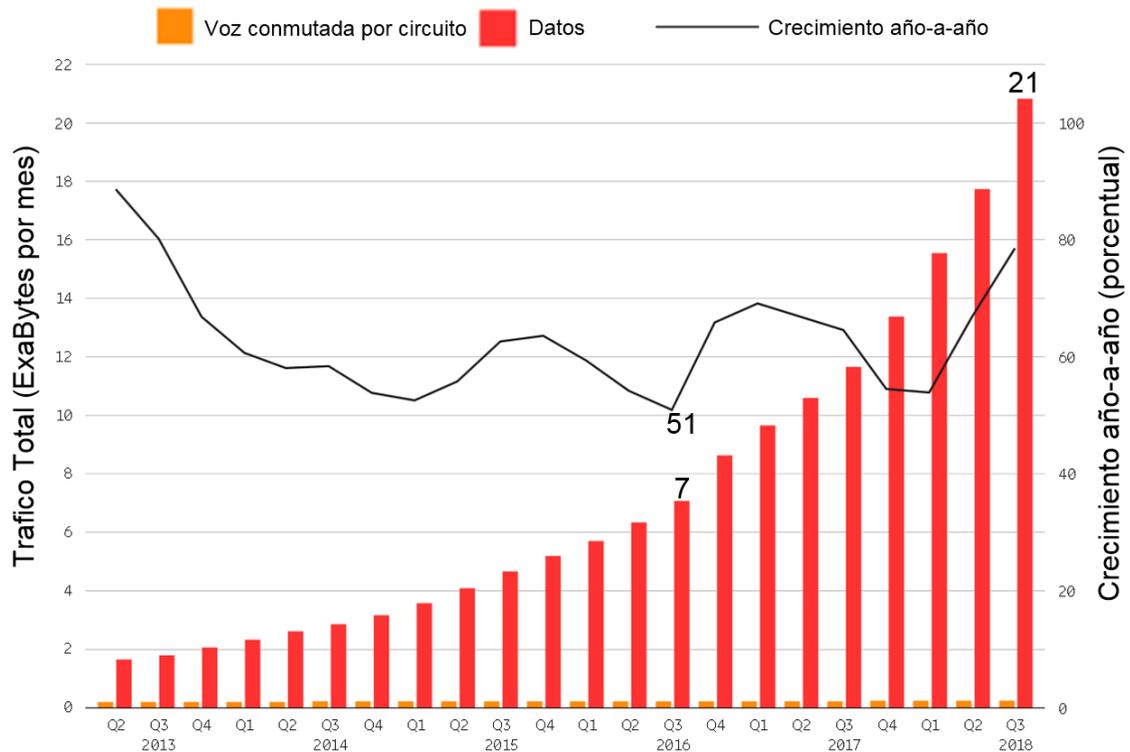


Figura 2. Medición de tráfico global en redes móviles 2013 Q3 2018.

Fuente: *Ericsson Mobility Report 2018*.

En la infraestructura central del Internet, el aumento de la oferta del tránsito ha forzado a bajar sus costos de interconexión (William B. Norton, 2015). Por ese aumento de tráfico originado por los CSPs y almacenamiento de datos en sus redes de tránsito, los ISPs de acceso enfrentan crecientes costos de actualización de sus equipos de transmisión. Como los ISPs obtienen utilidades de manera de suscripciones mensuales fijas, sus márgenes de utilidad decrecen por los crecientes costos de la red.

Un estudio realizado por la firma consultora AT Kearney en el año 2014, resalta que los proveedores de Internet operan sus negocios comúnmente con razones financieras de ganancias antes de intereses impuestos con capital empleado en el rango del 10-15% y retorno de capital empleado entre el 5 y 10%, mientras que los servicios de búsqueda referencia y entretenimiento operan con figuras de retorno de capital empleado de 20 - 25% como apunta Page (2016).

En el caso de los servicios de conectividad a internet un *ISP* obtiene sus utilidades de forma proporcional a la cantidad de clientes que están satisfechos con el nivel de servicio que reciben, por la cantidad que pagan una cuota mensual o por uso de ese servicio menos la renta fija del equipo e infraestructura y soporte.

Entonces, a fin de poder generar utilidades un proveedor tiene un interés financiero en atraer clientes que consuman sus servicios en forma óptima con el mejor precio con la menor cantidad de equipo posible, es decir optimizando lo más posible sus recursos.

Una de las leyes más conocidas en la económica clásica es la de la oferta y la demanda la cual dicta que el precio de cualquier bien no está basado en ningún valor intrínseco sino en la interacción de la oferta y la demanda. Phillips (2005) menciona que el valor que los compradores fijan a diferentes bienes cambia conforme a las situaciones o a cómo lo dicta la moda.

También agrega que de acuerdo con los economistas modernos no hay una normativa de “el precio correcto” de un producto o servicio, más bien solo hay precios de mercado que flotan libres sin ninguna ancla, basados únicamente en la intención de los vendedores de vender y de compradores de comprar.

En el libro teoría y práctica de la administración de utilidades escrito por Talluri & Van Ryzin (2004) se menciona que las decisiones de la administración de la demanda pueden ser catalogadas en tres categorías básicas:

1. Decisiones de estructura: qué formato utilizar; qué segmento o mecanismo de diferenciación usar; qué términos de tratos ofrecer acerca de los descuentos por volúmenes, cancelaciones y opciones de reembolso; cómo emparejar promociones, entre otras.

2. Decisiones de precios: cómo colocar precios de ofertas individualizadas, precios de reserva en subastas; cómo ajustar el precio en las categorías de producto; cómo ajustar el precio en el tiempo; cómo hacer descuentos en el tiempo de vida del producto.

3. Decisiones de cantidad: cuándo aceptar o rechazar la oferta de compra; cómo distribuir la producción u ofrecer capacidad a diferentes segmentos, productos o canales; cuándo acaparar un producto del mercado para vender en un tiempo futuro.

El objetivo del análisis de una serie de tiempo es desarrollar un modelo matemático que describa de forma acertada los datos muestreados ordenados en el tiempo. Se puede asumir que una serie de tiempo puede ser definida como una colección de variables aleatorias indexadas respecto al orden que fueron obtenidas en el tiempo (Shumway & Stoffer, 2017).

Una vez obtenido el modelo matemático existen otros objetivos que se pueden alcanzar como la predicción de los valores futuros en la serie; la cantidad de demanda que se tendrá en el siguiente ciclo o cuál es la tendencia de crecimiento.

El análisis de series de tiempo es una de las ramas de las matemáticas ampliamente utilizada en la industria financiera y administración; así como en la planeación y administración de las utilidades que los proveedores de servicios de interconexión a Internet, con el objetivo de predecir comportamientos de los clientes con respecto al uso de sus servicios.

En este trabajo se hace una propuesta de análisis heurístico para que un *ISP* de acceso use técnicas de administración de utilidades como otra alternativa en la gestión de operadores de servicios de interconexión de Internet y gestionen el valor de sus ventajas competitivas a sus usuarios, en vez de centrar sus esfuerzos de inteligencia en los avances tecnológicos y capacidades de gestión que ofrecen los

equipos de radiocomunicación, sino en el momento y lugar que los clientes consumen el producto o servicio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

Phillips (2005) menciona que la asignación de capacidades es el problema de determinar cuántos lugares permitir reservar a clientes de bajo costo cuando hay posibilidad de una demanda del mismo producto con un precio mayor.

Este tema, asignación de capacidades, es particularmente importante entre las aerolíneas de pasajeros, porque estas empresas basan sus estrategias de utilidades en segmentar el mercado basados en las reservaciones tempranas de las tarifas bajas que buscan los clientes vacacionistas, y las reservaciones de último minuto de tarifas más costosas que son vendidas a los clientes de negocios.

En la industria de las telecomunicaciones es imposible vender servicios por adelantado porque el número de llamadas es difícil de evaluar *a priori* por los usuarios y mucho más por los operadores según Jallat & Ancarani (2008) contrario a lo que sucede en la transportación aérea, esto hace que las predicciones sean muy difíciles de realizar; los servicios son vendidos “justo a tiempo”.

Una de las principales condiciones de la administración de las utilidades, es realizar ventas con anticipación, esta técnica tendría que ser fuertemente utilizada en el campo de las telecomunicaciones, así como en otras industrias de servicio lo han hecho, como energía eléctrica y los servicios de banquetes.

Las limitaciones de capacidad no tienen el mismo efecto en una compañía de telecomunicaciones; en general, la capacidad es un problema frecuente en las redes de datos donde los expertos siguen aumentando la densidad de sus redes, o se intenta limitar la saturación en las horas pico y donde el verdadero valor se ha movido de la voz a los datos y contenido.

En realidad, los problemas de capacidad tienden a desaparecer en redes físicas con la introducción de fibras ópticas, las nuevas tecnologías de modulación y control como en el caso de las redes conmutadas multiplexadas por etiquetas (MPLS, del inglés *Multiplexed Label Switching*) y la utilización del avance de ruteo virtual (VRF, del inglés *Virtual Routing Forwarding*).

Los operadores de telecomunicaciones tienen que ser muy cuidadosos al implementar las técnicas de administración de las utilidades (incluso las más básicas). Una aerolínea puede limitar el número de asientos en descuento para asegurar un asiento y proporcionar un mejor servicio a los clientes que pueden pagar la tarifa completa (sin descuento), un operador de telecomunicaciones no puede evitar desconectar usuarios evitando que se conecten a la red.

Si la administración de utilidades puede ayudar a los operadores a optimizar los beneficios con estas técnicas, puede que ese sistema sea mucho más difícil de implementar en las compañías de telecomunicaciones que en el sector de las aerolíneas por la dificultad de controlar o negar el acceso a los clientes en el mismo momento en que ellos lo necesitan.

Jallat & Ancarani (2008) apuntan que, en los últimos años, las compañías de telecomunicaciones tanto fijas como móviles, han invertido en crear bases de datos de sus clientes desarrollando estrategias sofisticadas de administración de relaciones con clientes (*CRM* por sus siglas en inglés *Customer Relationship Management*).

Las compañías deberían entender que el comportamiento de sus clientes también es uno de sus principales activos y que se tiene que invertir en relaciones de largo plazo con sus clientes. Esto es crítico hoy en día, cuando la intensa competencia es dominante en la industria y las utilidades promedio por usuario son muy bajas.

La capacidad de acceso a internet de alta velocidad hoy se considera una mercancía de facto, forzando a las compañías a invertir en redes de ancho de banda muy grande en los servicios de valor añadido o cuarta y quinta generación, así lo describieron Jallat & Ancarani (2008).

La industria de las telecomunicaciones debería estar muy interesada en las estrategias de producción y fijación de precio dinámico si se integraran como las estrategias de *CRM*, así como lo han hecho para recomendar los planes más convenientes a sus usuarios cuando renuevan contratos, pero no lo hacen con sus clientes de prepago como lo mencionaron Ferris, M., & Oshima (2004).

Jallat & Ancarani (2008) de manera gráfica mostraron las relaciones que guardan las estrategias, los precios dinámicos y como la información almacenada en las bases de datos de *CRMs* es utilizada para controlar la rentabilidad y empatar la demanda de los servicios ofrecidos (véase Figura 3).

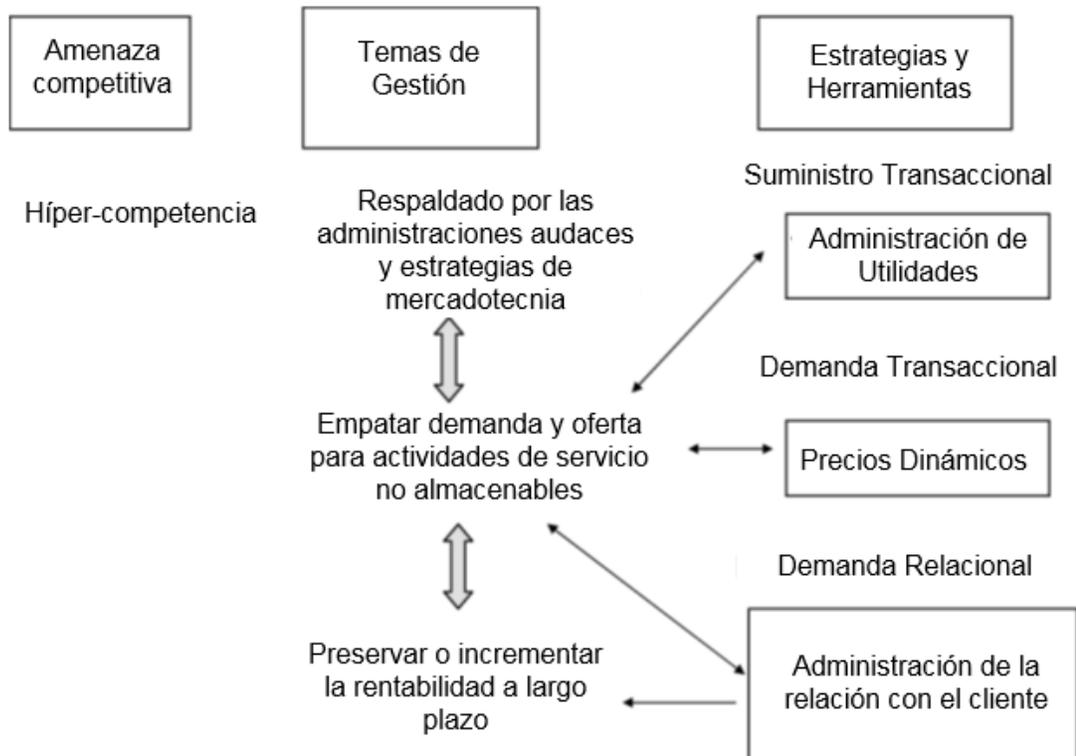


Figura 3. Administración de utilidades, precios dinámicos, CRM y rentabilidad.
Fuente: Jallat & Ancarani, 2008.

Como lo muestra la Figura 3, al evaluar la demanda y oferta a través de estadísticas de utilización y suministro de servicios ofrecidos, se pueden explorar alternativas de productos que generen utilidades por lo cual se vuelve necesario implementar un sistema de monitoreo de la utilización de los circuitos que ayuden a dar ofrecimientos correctos a necesidades específicas de los usuarios.

Y no solo gestionar las alarmas que indiquen algún desperfecto en el servicio del cliente, que después el departamento de soporte técnico tenga que resolver, como lo sería ajustar una antena, reemplazar equipo o conectar un cable suelto; sino para conocer cuáles son las preferencias y necesidades de los clientes.

Es indispensable tener un registro de cuándo y cuánto consume cada cliente sus servicios de interconexión, para la planeación de capacidades que permitan gestionar los cuellos de botella o identificar periodos de ocio en la red.

William P. Fox (2018) describe el análisis de decisiones como el conjunto de modelos matemáticos y herramientas que desarrolladas apoyan a los tomadores de decisiones en cualquier nivel a elegir entre diferentes alternativas en situaciones complejas.

También anota que existen cuatro estados en donde se toman decisiones bajo certeza; decisiones bajo conflicto (teoría de juegos); decisiones bajo oportunidad, que se subdivide en decisiones bajo riesgo donde las probabilidades son conocidas o estimadas; decisiones bajo incertidumbre donde las probabilidades no son conocidas ni estimadas.

También comenta que las decisiones bajo riesgo existen cuando la información perfecta (certeza), no están disponibles pero las probabilidades de los resultados que pudieran ocurrir pudieran ser pronosticados o estimados para cada estado de la naturaleza. El estado de oportunidad puede darse donde las probabilidades de ocurrencia en una situación de decisión no pueden ser estimadas adecuadamente, véase ecuación 1.

$$ProbabilidaddeunEvento\{A\} = \frac{Numeroderesultadosde\{A\}}{TotaldeResultados} \quad (1)$$

Fox (2018) define que la probabilidad de un evento tiene que ser igual o mayor que cero e igual o menor que 1, véase ecuación 2.

$$0 \leq p_i \leq 1 \quad (2)$$

Y que al final la sumatoria de todas las probabilidades de todos los posibles eventos sea 1, véase ecuación 3.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Como ejemplo probabilístico Fox (2018), propone encontrar la probabilidad de que al tirar dos monedas estas muestren las mismas caras; es igual al número de resultados favorables (2) dividido por el número total de resultados posibles (4), y realizando las sustituciones necesarias se obtiene que el resultado es $2/4 = 1/2$.

$$Probabilidad = \frac{\text{Numeroderesultadosde}\{A\}}{\text{TotaldeResultados}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

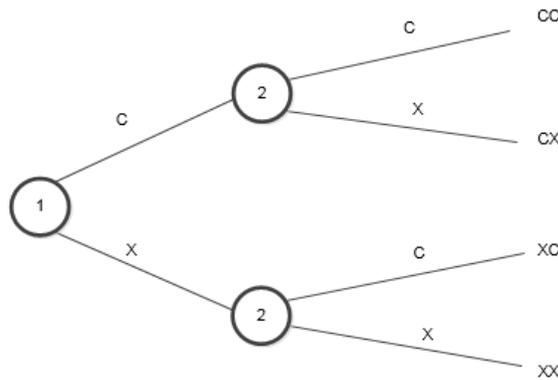


Figura 4. Árbol de espacio muestral resultante del lanzamiento de dos monedas.
Fuente: Fox, 2018.

En la Figura 4, se muestra en el árbol de espacio muestral que define las dos posibilidades que tiene la moneda 1 de resultar cara definida con la letra "C" mayúscula o cruz utilizando la letra "x" mayúscula y en cada una de las decisiones se vuelve a realizar el experimento pero ahora con la segunda moneda, y al final en cada una de las hojas se muestra el estado resultante de la primera y segunda moneda al mismo tiempo como CC y XX en el caso de que las dos monedas muestren el mismo lado.

Al tomar los fundamentos matemáticos que Fox expone para definir el valor esperado, define que una variable aleatoria sirve como guía para asignar un número a cada resultado de una muestra. Se utiliza $E\{X\}$, que está definida como el valor

esperado de X y define $E\{X\}$ como el valor esperado, que es la media o un valor promedio y propone dos fórmulas, el caso discreto:

$$E[X] = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i) \quad (4)$$

y en forma continua

$$E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x * f(x) dx \quad (5)$$

Fox (2018) sostiene que el modelo de un juego que tiene los siguientes resultados a_1, a_2, \dots, a_n . y cada uno paga w_1, w_2, \dots, w_n con la probabilidad correspondiente p_1, p_2, \dots, p_n donde $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$ es decir $0 < p_i < 1$, es decir esta siguiente expresión $E = w_1 p_1 + w_2 p_2 + \dots + w_n p_n$ es el valor esperado del juego, note que el valor esperado es análogo a un promedio ponderado pero las ponderaciones tienen que ser probabilidades $0 < p < 1$ y que la suma total será 1.

A manera demostrativa consideremos el juego de esconder una bolita debajo de tres vasos rojos de fiesta a través de los cuales no se puede ver su contenido, donde el concursante gana si encuentra la bolita que fuera colocada debajo de uno de uno de ellos, de otra forma, es decir si no encuentra la bolita dentro de los dos vasos restantes, pierde.

Al ganar se tiene una utilidad de 50 pesos y perder resulta en pagar 40 pesos, que es el costo de concursar.

Ganar tiene una probabilidad de $1/3$, y el perder tiene una probabilidad de $2/3$ que es análogo a la premisa que Fox (2018) describió en un ejemplo similar, $2/3 = 1 - 1/3$, también podríamos haber obtenido este valor de la misma definición refiriéndonos a la probabilidad de perder y después sacar el valor complemento. Entonces el valor esperado sería desarrollado de la siguiente manera

$$E[Vasorojo] = \frac{1 * (\$50)}{3} + \frac{1 * (-\$40)}{3} + \frac{1 * (-\$40)}{3}$$

$$E[Vasorojo] = 16.33 - 13.33 - 13.33$$

$$E[Vasorojo] = 16.33 - 26.66$$

$$E[Vasorojo] = -10.33$$

Desde el punto de vista del concursante el valor esperado de entrar al concurso está en su contra, ya que a la larga el concursante perderá constantemente 10.33 pesos. Sin embargo, desde el punto de vista del dueño del concurso estará ganando 10.33 porque los valores de ganancia y de pérdida son análogamente complementarios.

Fox (2018) se refiere a los arboles de decisiones como una herramienta especialmente informática cuando una secuencia de decisiones tiene que ser hecha y propone la siguiente notación y la cual se puede ver aplicada más adelante en la figura 5.

El nodo de decisión como un rectángulo, el curso de acción es una línea que emana del nodo de la decisión con cada alternativa, estrategia o curso de acción; el nodo incierto, o estado de la naturaleza en el cual terminan las ramas que definen el curso de acción se identificaran con un óvalo; y el nodo terminal de consecuencias, será un triángulo que mostrará el resultado de pagos fruto de los resultados esperado de cada acción tomada.

Fox propone un ejemplo muy claro e ilustrativo para usar el método y el diagrama, en el cual una empresa constructora tiene dos opciones al construir una estructura de estacionamientos grande o una estructura grande.

Las utilidades esperadas y probabilidades de ganar el contrato se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Utilidades esperadas para diferentes tamaños de estacionamiento.
Fuente: Fox, 2018.

	Estacionamiento grande	Estacionamiento chico
Ganar el contrato	\$280,000	\$140,000
Perder el contrato	(\$-10,000)	(\$-5,000)
Probabilidad de ganar contrato	0.2	0.35

Al utilizar la ecuación (4) y sustituir los valores de los posibles resultados junto con sus probabilidades se obtienen los siguientes desarrollos matemáticos para cada uno de los casos, en donde se omiten tres ceros para simplificar la lectura de los valores monetarios.

$$E[Est. grande] = 0.20(\$280) + 0.80(-\$10) = \$48$$

$$E[Est. chico] = 0.35(\$140) + 0.65(-\$5) = \$45$$

Si se eligiera utilizar el criterio de maximizar el valor esperado, podríamos elegir construir el estacionamiento grande como la mejor opción a largo plazo, y podríamos tener una utilidad mucho mayor. Pero qué tal si esta es una nueva compañía con un capital limitado en el corto plazo, entonces existe riesgo involucrado, que los números que no son expresados por el valor esperado.

El autor hace énfasis en que simplemente no se pueden comparar llanamente el 48 y 45 sin evaluar otros factores no considerados. Primeramente, hay una

probabilidad mucho más baja de ganar el contrato con el estacionamiento más grande, comparada con el estacionamiento más chico (véase Figura 5).

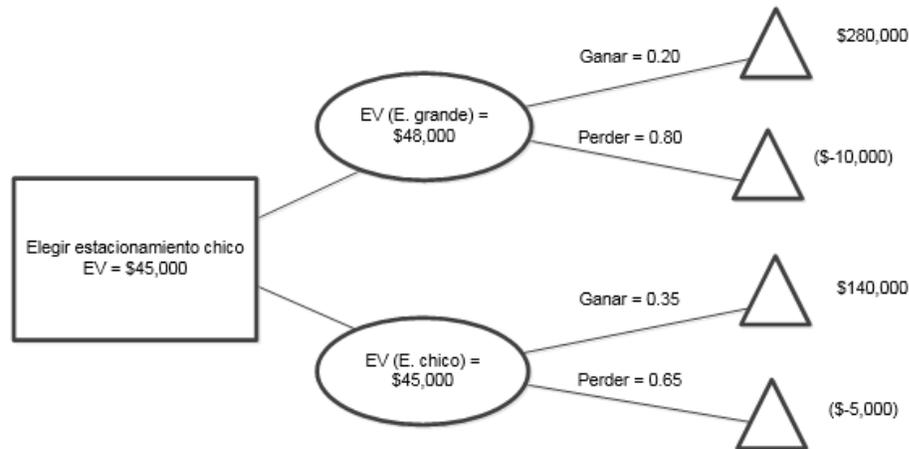


Figura 5. Diagrama de valor esperado para la toma de decisiones.
Fuente: Fox, 2018.

En el corto plazo hay más probabilidades de ganar y es menor el costo por fallar al construir estacionamientos más pequeños.

Fox (2018) termina su explicación para los casos en los que no se cuente información perfecta y existe incertidumbre, se puedan tomar las siguientes estrategias o criterios en la toma de decisiones.

Criterio de usar el valor esperado máximo (optimista, máxi-max), se define al calcular el valor esperado de cada opción y elegir el mayor valor esperado.

Criterio de Laplace, el cual asume que las probabilidades desconocidas son iguales para cada caso y que los valores esperados son iguales para cada caso, como si se tratara de un dado 1/6 o un poliedro con n cantidad de lados (1/n).

Criterio maxi-min (pesimista), aquí se toman en cuenta solo los valores mínimos de cada estado posible de la naturaleza y se elige el valor máximo de este subgrupo, siempre que sea mayor a 0, se busca tener utilidades y ninguna pérdida. En este caso si por azar se logra una utilidad mucho mayor a la mínima esperada se considera una ganancia escondida no lograda por la estrategia sino porque las

condiciones resultaron ser mucho más favorables y los resultados no estuvieron dentro de nuestro poder de administración.

Criterio mini-min (menor de los mínimos), donde se elegirá el menor de los menores, el resultado más negativo posible.

Cuando no exista una decisión unánime al evaluar todas las estrategias, se deberán considerar las características del tomador de decisiones, ya que desde su punto de vista los modeladores de los datos tienen que encontrar todas las posibles decisiones.

Una vez descrita la teoría de decisiones junto con el árbol de decisiones, es conveniente describir el protocolo de monitoreo simple de red (*SNMP* del Inglés *Simple Network Monitoring Protocol*) que es el estándar utilizado en la industria de tecnologías de información para comunicar la información entre las estaciones de gestión y los agentes en los elementos de la infraestructura a monitorear, y ayudara a obtener la información de los volúmenes de consumo de los usuarios.

El Protocolo Simple de Administración de Red o *SNMP* el cual su arquitectura está definido en el *RFC* (del inglés *Request For Comments*) número 1157 del *IEEE* (del inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers) y el *IETF* (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet por sus siglas en ingles) el cual tuvo su última actualización en el año 2013.

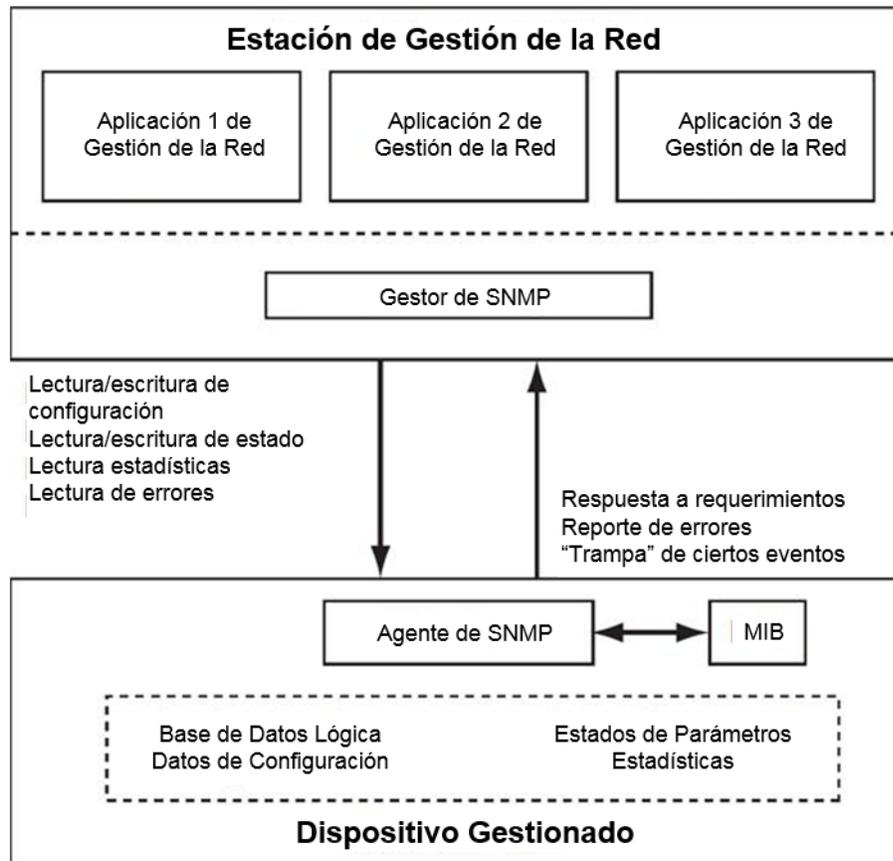


Figura 6. Modelo SNMP como un agente accede el MIB en un dispositivo gestionado.

Fuente: Goralsky, 2017.

Por su parte Goralski (2017) menciona que una estación puede mandar los comandos de un protocolo que tanto el dispositivo administrado y la computadora que lo administra entiendan. El agente *responde y espera* o está atento a *escuchar* por el siguiente comando a ejecutarse a través del protocolo.

El comando puede ser generado periódicamente por el software de gestión, sin la intervención humana y que los resultados pueden ser guardados en una base de datos para reportes futuros o referencia comparativa.

Alternativamente, los comandos pueden ser generados por personal que pertenezca al grupo de gestión de la infraestructura de red, para resolver un

problema de red sobresaliente, realizar pruebas de rutina, como recolección de tráfico, latencia y tiempo de respuesta del agente monitoreado etcétera.

La mayoría de los equipos de telecomunicaciones e incluso computadoras que se venden hoy en día tienen un software con un agente *SNMP* y que usualmente no tiene que ser adquirido por separado. Véase Figura 6, modelo de Goralski (2017).

En el *RFC 1157* se describe también que los gestores de red pueden tanto monitorear el estatus del dispositivo como cambiar la configuración del dispositivo gestionado, la estación de gestión típicamente guarda la información acerca del dispositivo gestionado, en el mercado existen varias aplicaciones que su principal objetivo es proporcionar reportes detallados acerca del desempeño de la red, usualmente en formato gráfico que está diseñado para su impacto visual y fácil lectura.

El *MIB* es una base de datos que describe todos los campos que conforman la totalidad de la información que un agente puede informar a la consola gestora. Entonces un *MIB* es un listado que menciona las características de esa información. Por ejemplo:

El primer campo es alfanumérico, 20 caracteres de largo y contiene el nombre del fabricante.

Existe un estándar internacional definido por la *ISO* llamado *ASN.1* (del inglés *Abstract Syntax Notation version 1*) y es usado para representar todos los campos de la base de datos *MIB* en un formato que todos los implementadores de *MIBS* puedan entender. Los desarrolladores de *SNMP* definieron el árbol *SMI* (del inglés *Structure of Management Information*) en el *RFC 1155*.

La información *MIB* está estructurada a través del uso del árbol de llamamiento, conocido como árbol conceptual *SMI*. La figura 7 muestra el árbol conceptual que hace énfasis en las definiciones del *SNMP MIB* (Goralski, 2017).

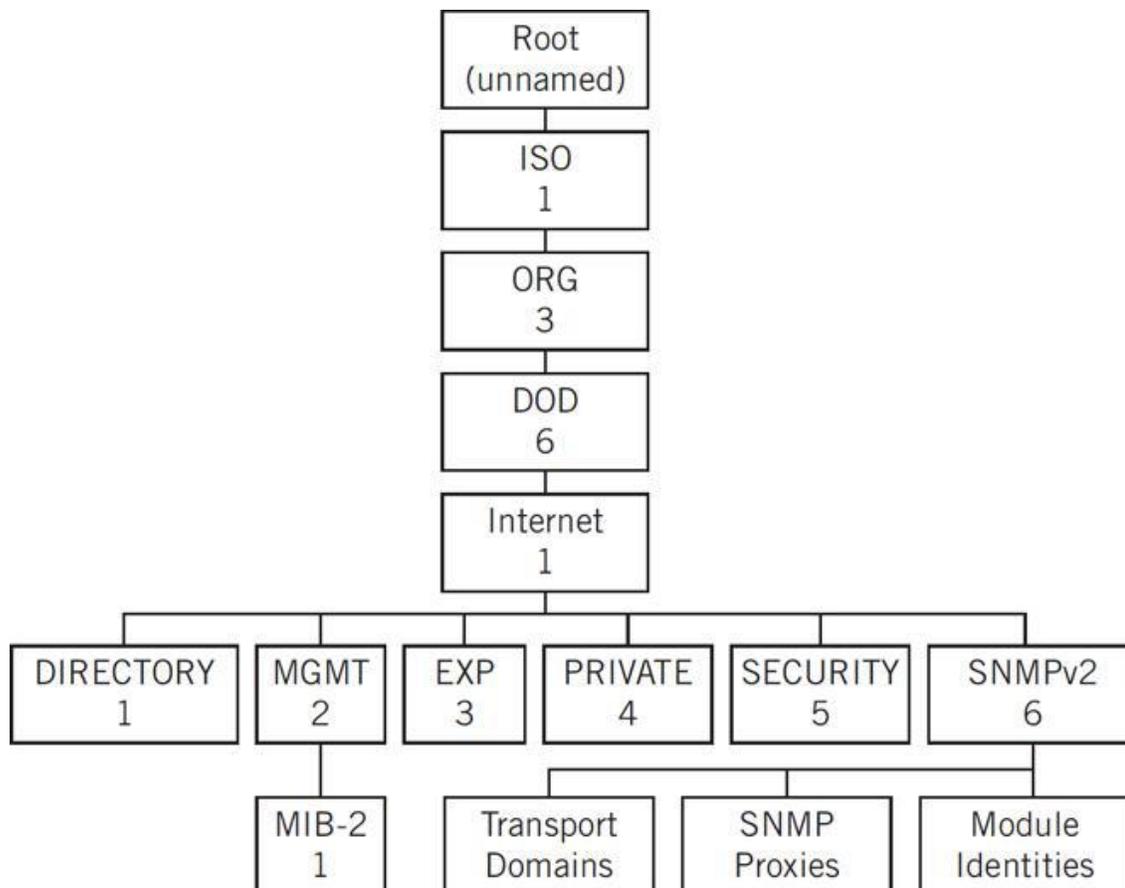
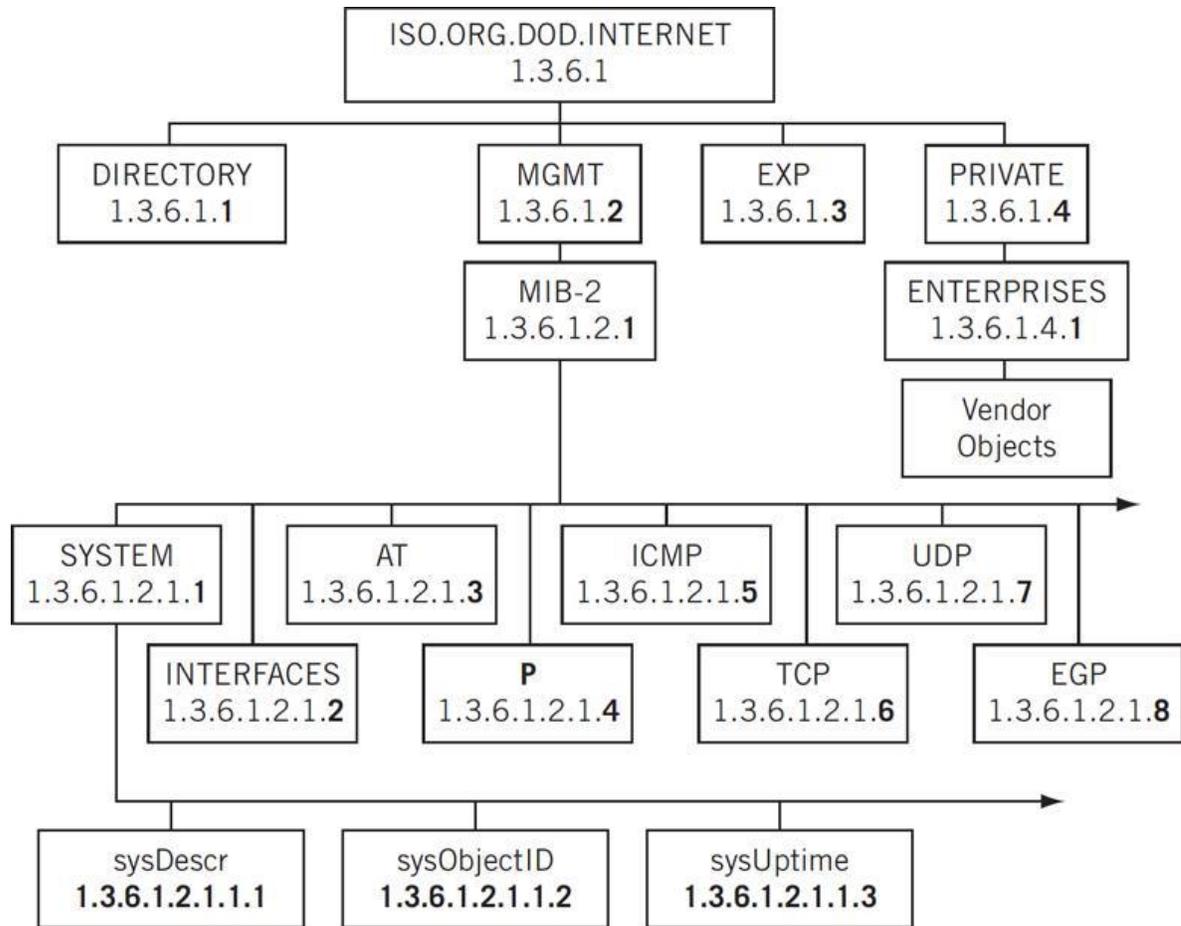


Figura 7. Árbol *SMI* y organización de nombres.
Fuente: Goralsky, 2017.

En su trabajo Goralski (2017) comenta que los números y etiquetas referenciadas previamente en la Figura 7, son técnicamente llamados *OIDs*, (del inglés *Object Identifiers*). El árbol *SMI* es usado por el protocolo *SNMP* para designar objetos dentro del *MIB*, los *OID* expresados en la Figura 8 son campos numéricos y todos los dispositivos gestionados por *SNMP* en una red empiezan con *1.3.6.1*



1.3.6.1.2.1.1.1 iso.org.dod.internet.mgmt.mib-2.system.sysDescr

Figura 8. Árbol MIB por nombre y número.

Fuente: Goralsky, 2017.

Un guion *Bash* (del inglés *bash script*) para una computadora es la lista de comandos que se deben ejecutar o mandar llamar. En el contexto de los guiones *Bash*, se indica que es lo que la línea de comandos en una computadora con sistema operativo Linux debe de hacer.

En realidad, es un archivo de texto plano que contiene una serie de comandos, que son los que normalmente un operador de computadora escribiría en la consola de esa computadora, comandos tales como *ls* (listar archivos) o *cp* (copiar archivos) por ejemplo.

Cualquier comando que normalmente se ejecute en la línea de comandos se puede colocar en un guion *Bash* y este hará exactamente lo mismo cuando se le indique. No hay necesidad de cambiar otro parámetro, solo escribir los comandos de la misma forma en que requieran ser ejecutados.

Se estila dar la extensión *.sh* a los guiones *Bash*. Cabe mencionar que *Linux* es un sistema operativo que no necesita finalizar sus archivos con una extensión para funcionar, el ponerles extensión se ha vuelto popular para ayudar a los usuarios de otros sistemas operativos a operar *Linux*.

De acuerdo con Bresnahan, C., & Blum, (2015), un demonio es un tipo de programa en sistemas operativos tipo *Linux*, el cual corre discretamente en segundo plano, en lugar de ser controlado directamente por el usuario y está a la espera de ser activado al ocurrir un evento específico o condición definida en el mismo programa.

El demonio *crontab* se utiliza en sistemas *Linux* para programar la ejecución de otros comandos, es decir, para automatizar tareas. Se puede ver las tareas repetitivas están programadas y también editarlas, lógicamente.

Las tareas cron siguen una determinada sintaxis. Tienen 5 asteriscos seguidos del comando a ejecutar.

```
* * * * * /bin/ejecutar/script.sh
```

Los 5 asteriscos de izquierda a derecha, los asteriscos representan:

Minutos: de 0 a 59.

Horas: de 0 a 23.

Día del mes: de 1 a 31.

Mes: de 1 a 12.

Día de la semana: de 0 a 6, siendo 0 el domingo.

```

# _____ Minuto (0 - 59)
# | _____ Hora (0 - 23)
# | | _____ Día del mes (1 - 31)
# | | | _____ Mes (1 - 12)
# | | | | _____ Día de la semana (0 - 6) (Domingo a sábado;
# | | | | 7 también es usado como domingo en algunos sistemas)
# | | | |
# | | | |
# * * * * * Ubicación en directorio y comando a ejecutar

```

Si se deja un asterisco, quiere decir "cada" minuto, hora, día de mes, mes o día de la semana.

Por ejemplo:

```
* * * * * /bin/ejecutar/script.sh
```

La sintaxis de *crontab* permite ejecutar un comando cada 5 minutos:

```
*/5 * * * * /bin/ejecutar/script.sh
```

2.2 Marco contextual

Jayaraman & Baker (2003) mencionan que cuando se intenta aplicar las técnicas de administración de ganancias en pro de optimizar la relación entre el mercado, demanda y capacidad, tiene que hacerse estando informado de la manera en que los costos evolucionan. El punto importante es evitar los *picos de demanda* que saturan la red, en su trabajo se hace referencia de la similitud al efecto látigo, en cadena de suministro logística que, aunque las consecuencias son las mismas, los orígenes son diferentes.

En su trabajo se propone que, para poder encontrar un sistema óptimo de precios, las empresas de telecomunicaciones tienen que usar un modelo similar a los clásicos de administración empresarial ya que sus productos son perecederos, sensitivos al tiempo, o tienen un valor de depreciación.

Sen, Joe-Wong, Ha, & Chiang, (2013) documentaron y modelaron el problema de la siguiente forma. Si se considera a un proveedor de Internet de última milla que desea construir un enlace de acceso que sirva a una base de clientes de N usuarios. El *ISP* cobrará a cada usuario basado en la cantidad de ancho de banda reservado para ese usuario en el enlace de acceso principal.

Entonces el *ISP* desea determinar 1) la óptima capacidad C necesaria para el enlace de acceso y 2) el precio p basado en el uso que debiera ser cargado por cada unidad de ancho de banda reservado en este enlace.

En el argot tradicional de teoría microeconómica el *ISP* es un vendedor y los usuarios son los compradores de un bien particular, (ancho de banda). Se considera la perspectiva de usuarios de forma individual en un modelo económico.

Al indexar a los usuarios por la variable $i, i = 1, 2, \dots, N$, se denota el ancho de banda reservado por usuario i como x_i se considera que cada usuario proporciona una utilidad en función $U_i(x_i, p)$ que representa la satisfacción que un usuario recibe por x_i cantidad de ancho de banda, después de pagar una proporción p por unidad de ancho de banda. Dado el precio p por unidad de ancho de banda, el usuario puede elegir la cantidad de ancho de banda a usar (x_i) entonces al maximizar $U_i(x_i, p)$; obtenemos la función $x_i^*(p)$ que da al usuario el uso óptimo de ancho de banda en función del precio.

Esta función $x_i^*(p)$ es llamada *función de demanda* de usuario, se asume que la función de demanda de todos los usuarios defina la función agregada de demanda.

$$D(p) = \sum_{i=1}^n x_i * (p) \quad (6)$$

Que es el ancho de banda demandado como función del precio. Esta optimización de utilidad y la esquemización de la función de demanda $D(p)$ se observan al lado izquierdo de la Figura 9 ilustrada por Sen et al., (2013).

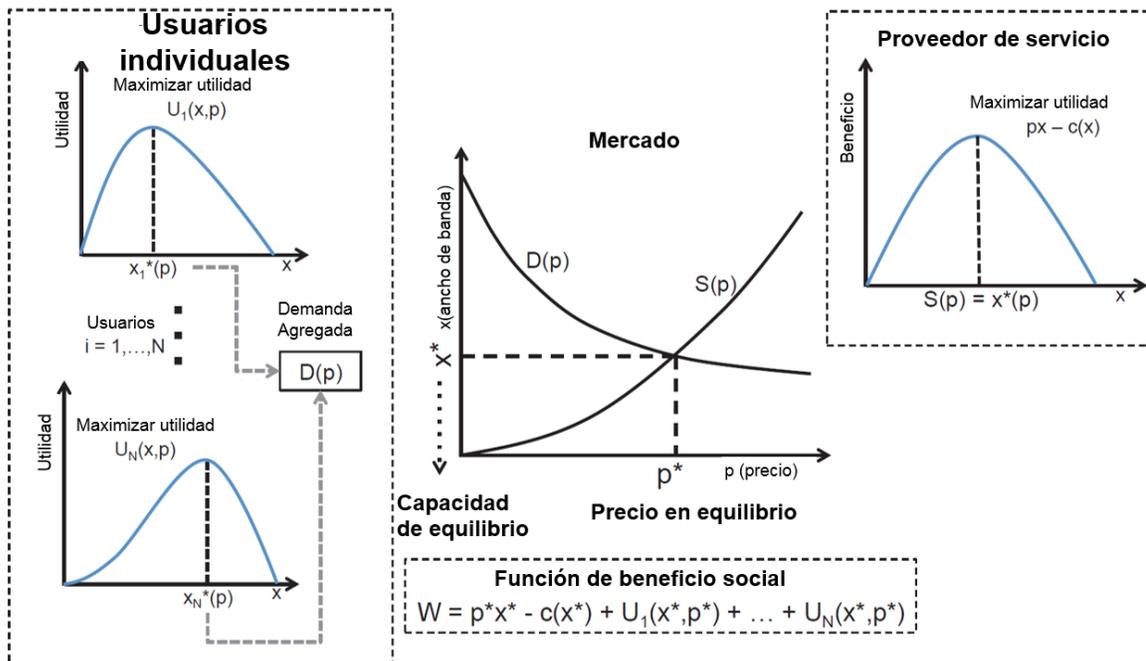


Figura 9. Cálculo e interacción de las funciones de oferta de ISP y demanda de usuarios de un solo enlace de acceso en un mercado simplificado.

Fuente: Sen et al., 2013.

Ahora se considera la perspectiva del ISP. Se utiliza $c(x)$ para denotar el costo de construir un enlace con la capacidad de ancho de banda x dado el precio p , que se asume la utilización total del enlace la función de utilidad o ganancia es entonces igual a $\Pi(x, p) = px - c(x)$, por ejemplo, la utilidad px menos el costo incurrido.

El ISP puede entonces elegir la capacidad x^* de la red para maximizar sus ganancias. Dado que esta capacidad óptima depende del precio, se denota que esta función $S(p)$, por ejemplo, la función del lado de proveedor.

La optimización de utilidades del proveedor esta ilustrada en el lado derecho del diagrama en la Figura 9. Los usuarios individuales y un *ISP* interactúan en un mercado que determina la capacidad C de un enlace sencillo de red con el precio p en el centro de la Figura 9.

Esta interacción está representada con la función oferta $S(p)$ y de la función de demanda $D(p)$, en los mismos ejes.

El punto de equilibrio operativo corre entonces cuando la demanda es igual a la oferta. Es decir $S(p)$ y $D(p)$ interceptan en este precio p^* cada usuario demandará y recibirá su máxima utilidad por el uso de ancho de banda y el ancho de banda total $x^* = C$ disponible en la red será completamente utilizado.

La función de bienestar social W , de este proceso es calculado por la sumatoria sobre las utilidades de todos los usuarios y el ISP.

$$W = \sum_i U_i(x_i^*, p^*) + \Pi(x_i^*, p^*) \quad (7)$$

Dado que se abordará el tema en cuanto a la política de precios bien conviene revisar la taxonomía de la política de precios propuesta por Joe-Wong (2016) véase en la Figura 10 y descrita en los siguientes apartados a continuación de la figura.

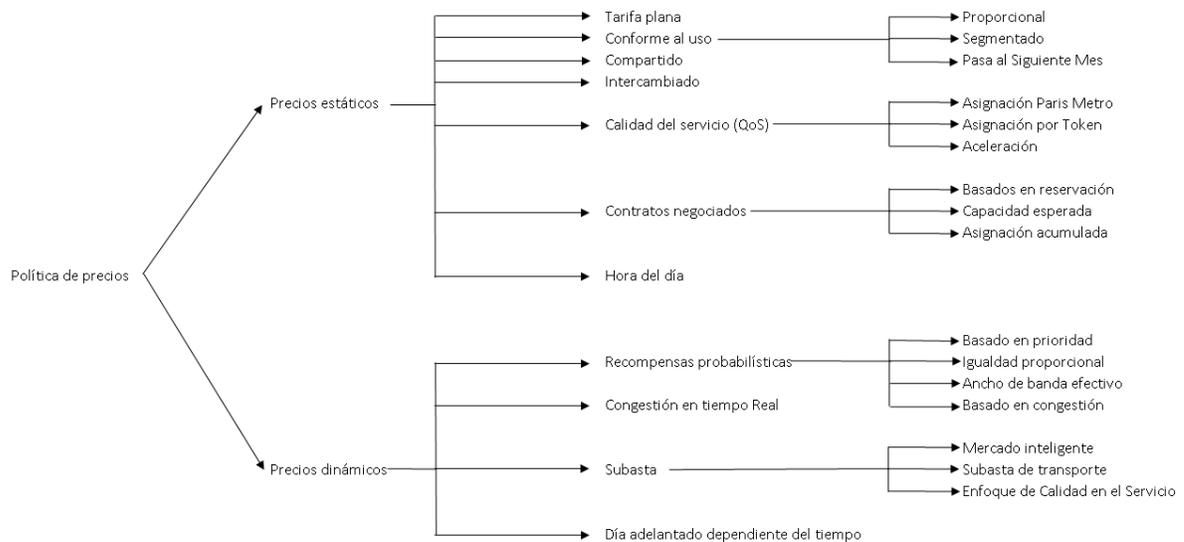


Figura 10. Taxonomía de la fijación de precios.
Fuente: Joe-Wong, 2016.

2.2.1 Precios de tarifa plana

Se definen como los precios asignados de manera fija y el precio cobrado al usuario no es modificado en relación con el comportamiento del mercado, el usuario o la red.

2.2.1.1 Renta mensual

Históricamente los *ISP* han cobrado a los usuarios una renta mensual por el acceso de banda ancha, independiente del tiempo gastado en la red o por el uso de datos. La fijación de precios con una tarifa plana es eficiente en extraer utilidades para un tráfico elástico si todos los usuarios usan aplicaciones similares, aunque tengan diferentes apreciaciones de del valor que ofrece cada aplicación.

Hay diferentes variaciones al modelo de precios de la tarifa plana mensual, por ejemplo, los planes *ilimitados* no colocan un límite a la cantidad de *bytes* transmitidos en el mes y otros permiten el uso si se mantienen el mismo *CSP* durante la navegación.

2.2.1.2. Costo por hora

Algunos proveedores ofrecen planes de renta plana en los que los servicios de internet móvil son facturados por hora. Los límites son especificados en términos de tiempo conectado, en vez del uso. Este es el caso de Boingo Wireless (2018) que ofrece acceso a internet en cinco aeropuertos estadounidenses, estadios, salas de conciertos y propiedades comerciales. Incluso en las redes de banda ancha los planes de tarifa plana tienen desventajas.

Aunque la facturación plana es fácil de implementar y operar, alienta la demanda del usuario y crea tarifas simples y fáciles de predecir para los consumidores, también tiene desventajas, como la ineficiente asignación de recursos; pobre segmentación de mercados, y que los clientes de bajo uso subsidien a los usuarios abusivos.

Las utilidades de los *ISPs* dependen de los usuarios promedio, los costos de los picos son fomentados por los usuarios abusivos, que crean un desajuste de precios. Consecuentemente la mayor demanda de tráfico de internet ha orillado a los ISP a reemplazar sus tarifas planas por planes que cobran de acuerdo con la cantidad de uso de datos.

2.2.2 Asignación de precio de acuerdo con el uso

Los planes *Medidos* implican que al usuario se le cobra en proporción de su volumen de datos utilizados en la práctica los operadores usan el límite y después cobran por los bytes excedidos por los que el usuario paga una tarifa plana hasta un punto determinado por el volumen de tráfico después de ese punto el usuario es cobrado en proporción de el volumen de datos consumidos.

Esas variaciones en la asignación de precios son comunes en todos los países incluidos Estados Unidos, UK, Corea, Japón, y Hong-Kong como lo registraron en sus trabajos Kang (2010); Morgan (2011); Parker (2010).

2.2.3. Asignación Paris Metro

PMP (del inglés *Paris Metro Pricing*) fue propuesta como una manera simple de crear clases de servicio diferenciadas. Crear particiones de *PMP* en los recursos de red en varias clases de tráfico lógicas, cada una es idéntica en el tratamiento de los paquetes de datos, pero cobra a los usuarios de manera diferente.

Es decir, los usuarios que están dispuestos a pagar más, seleccionaran el servicio más caro y por tanto menos congestionado, de la clase de tráfico lógica *PMP* es diseñado para proporcionar la máxima simplicidad para los usuarios finales en expresión de su preferencia y deseo de nivel de servicio.

Aunque también tiene sus inconvenientes y problemas en implementación, como la colocación de precios y capacidades de los canales lógicos separados y de cómo mantener un desempeño predecible en los diferentes canales para evitar inestabilidad de la red, *PMP* pudiera requerir mejores diseños para permitir a los usuarios alterar dinámicamente sus preferencias y asignar sesiones de aplicación, a diferentes clases de servicio.

PMP toma su nombre del esquema de asignación de precios del metro de París, el cual fue usado hasta 1980 para diferenciar los asientos de primera y segunda clase, un concepto similar a las autopistas de cuota estadounidenses para los carriles designados para vehículos de alta ocupación. (*HOV* del inglés *High-Occupancy Vehicle*)

2.2.4. Asignación por Token

Lee, Mo, Walrand, & Park (2011) han introducido en la literatura el esquema de asignación de precios por token en que los usuarios pagan una tarifa fija mensual por el acceso a internet. Cada usuario recibe cierto número de *tokens* del proveedor de servicio que ofrece dos clases de servicio para diferentes calidades. La calidad básica no requiere tokens para el acceso, pero puede congestionarse a ciertas horas del día.

Una clase de mejor calidad requiere a los usuarios rediman algunos tokens, y por tanto ofrece menor congestión y mejor servicio dado el efecto *PMP*.

De esta forma los usuarios auto priorizan sus sesiones e implícitamente pagan por una mejor calidad de servicio con sus tokens por sesiones que consideren urgentes durante los momentos que la red presenta congestiones. Cada sesión, independiente de su tamaño cuesta el mismo número de tokens, y los usuarios continuamente reciben más tokens, quizás cada diez minutos.

Los beneficios de tal sistema para reducir la congestión pico en la red no han sido explorados en una red de producción real.

2.2.5 Asignación de precio por prioridad

Se ha definido como el esquema de precios en una red de múltiples servicios con prioridad de clases, pero sin ninguna reservación de recurso, los usuarios pueden requerir diferentes QoS (del inglés *Quality of Service*) signando clases de prioridad al encolar los paquetes de datos de sus sesiones en las diferentes clases. Una clase de prioridad mayor cobra una tarifa mayor por byte, pero se asume que recibirá un mejor servicio de la red.

Entonces los usuarios que pagan una tarifa mayor por byte para obtener una mayor prioridad están pagando por una externalidad negativa impuesta en el tráfico por otros usuarios de menor prioridad.

Una de las desventajas de este esquema, es que los usuarios no tienen la habilidad de expresar los niveles de retraso y ancho de banda (velocidad); la asignación de precio por prioridad, consistente en el trato preferencial de las clases de mayor prioridad pueden influenciar que las clases de menor prioridad tengan poco o ningún uso.

Hay registros que indican que SingTel un *ISP* en Singapur ha introducido este esquema en su servicio traducido al español como "pase prioritario" para sus clientes *Dongle-USB* de gama alta, así lo registro Kwang (2011).

2.2.6. Asignación de precio basado en reservación

La introducción de este esquema data de la tecnología de conexión por marcaje (del inglés *dial-up*) considera los incidentes de la utilización de la red, la utilidad del *ISP*, y el bloqueo probabilístico en la configuración de la red y esquemas de precios de horas pico de cada paquete. Los usuarios son caracterizados por la duración de sus conexiones, presupuestos y las clases de servicio elegidas un precio mayor por una clase de prioridad mayor.

El servidor de acceso podía decidir si aceptar o rechazar la conexión dependiendo del presupuesto del usuario y la disponibilidad de recursos en la red.

2.2.7. Asignación de precio basado en horario del día

Este esquema cobra de forma diferente en horas pico y horas no pico, con la finalidad de dispersar la demanda de los usuarios de forma más uniformemente a través del día.

2.2.8. Asignación de precio basado en capacidad esperada

En esta propuesta se infiere que el tráfico tenga un tipo de abanderamiento (cada paquete es marcado si está dentro o fuera del perfil comprado por el usuario, independiente del nivel de congestión de la red) por un medidor de tráfico en los puntos de acceso donde el usuario acceso a la red esto acompañado por una gestión de la congestión en los conmutadores y enrutadores donde los paquetes que son marcados como disconformes son preferentemente descartados en periodos de congestión, pero son tratados de la misma manera como la clase de mejor esfuerzo en el resto del tiempo.

La capacidad esperada no es una garantía de capacidad de la red al usuario, más bien es una noción de la capacidad que un usuario estima que este disponible y la serie de mecanismos que le ayudan a obtener una proporción del recurso en tiempos de congestión.

2.2.9. Asignación acumulada

Este esquema hace referencia a las nubes cúmulos y en el trabajo de Sen et al. (2013) describen este esquema en tres etapas, especificación, monitoreo y negociación. Un proveedor de servicio ofrece un contrato inicial de tarifa plana por un periodo específico basado en los requerimientos estimados de los recursos a usar por el usuario.

Durante ese tiempo el proveedor monitorea el uso actual del usuario y proporciona retroalimentación de forma periódica al usuario para indicar si el usuario ha excedido los requerimientos del recurso especificado una vez que el marcador acumulado del usuario excede un rango límite establecido por el usuario el contrato es renegociado.

De esta forma el usuario puede elegir si continuar con su plan actual y continuar incurriendo en posibles cargos extras, o cambiar a un plan alternativo sugerido por el proveedor de servicios.

2.2.10. Asignación de precio basada en aplicación y contenido

Este esquema es parecido a ciertos tipos de casetas de peaje en carreteras, en las que los conductores reciben un cobro diferente por el tipo de vehículo utilizado, por ejemplo, los camiones de carga pagan una tarifa más alta.

Aunque esos planes están diseñados para atraer y retener usuarios al ofrecer un paquete de datos y contenido, ya es una tendencia de los operadores ofrecer estructuras de precios que cobran o subsidian de forma diferente de acuerdo al tipo de aplicación, apunta Owoseje (2011).

Este tipo de servicios pueden ofrecer acceso a música, películas, redes sociales, o mensajería instantánea.

2.2.11. Asignación de precios dinámicos

En esta sección se definen los modelos en los que los precios varían durante el tiempo, conforme a los niveles de congestión presentados en la red, aunque ofrecen una mejor gestión de la red al proporcionar al *ISP* con la flexibilidad de asignar el precio de forma dinámica también ofrecen una barrera significativa por romper el paradigma de precios fijos de renta mensual al que se ha acostumbrado a los usuarios de internet.

2.2.11.1. Asignación de precios por sorteo

Esta forma de gestión divide el día en periodos de pico y fuera de pico. A los usuarios se les ofrecen incentivos probabilísticos para que cambien su demanda a periodos fuera de pico, en forma de sorteo o lotería por un premio monetario.

La probabilidad de ganar el sorteo o lotería es proporcional a los usuarios que contribuyeron a la reducción del pico de demanda. Esta lotería del todo o nada puede ser reemplazada por una en que el *ISP* divida el monto de la recompensa total del tráfico desplazado, pagando este monto a cada usuario con la probabilidad igual que el porcentaje de uso que se ha movido fuera de pico.

2.2.11.2. Prioridad dinámica

En esta asignación los precios sirven como caseta de cobro para acceder a la red, el modelado de este servicio refiere los requerimientos como procesos estocásticos y los nodos de red como colas de prioridad. El requerimiento de un usuario tiene un valor instantáneo por el servicio y una tarifa lineal que decae en el valor del retraso mientras aumenta el precio por el acceso a la red, los requerimientos de los usuarios pueden ser satisfechos usando diferentes alternativas cada una corresponde al precio y el tiempo de espera.

Los usuarios compensan entre el costo total del servicio y el costo de retraso al elegir la alternativa óptima para una clase de prioridad particular. En el trabajo de Sen et al. (2013) se comenta que el principal beneficio de este esquema es lograr la asignación de recursos en tiempo real de una manera descentralizada; y la miopía de la decisión de los usuarios ayuda a obtener precios óptimos para cada instante de tiempo.

2.2.11.3. Asignación de precios por igualdad proporcional

Se propone como método de asignación de recursos, que determinan las tarifas de usuarios, en proporción de la intención de pagar de los usuarios. La optimización

global de la maximización de la utilidad neta entre todos los usuarios, dada una limitante de capacidad de recurso dada puede ser descompuesta en un problema de optimización de red y usuario.

Por su parte Sen et al. (2013) comentan que existen trabajos anteriores que demuestran la existencia de dos vectores el de precio y razón. Los que optimizan ambos problemas de optimización en el usuario y la red, y alternativamente, si un usuario elige un precio por unidad de tiempo de acuerdo con su intención de pagar y si la red asigna las razones de precio por unidad proporcionalmente justa, entonces el sistema óptimo es alcanzado cuando las elecciones de precio del usuario y las razones de asignación de la red están en equilibrio.

2.2.11.4. Asignación de precios por ancho de banda efectivo

Es una variante de asignación de precio basado en el uso en el que a los usuarios se les cobra basados en el auto reporte de tráfico durante los picos y usos medios, así como la proporción de la media observada y duración de cada una de las conexiones, antes que la conexión del usuario sea aceptada el usuario es requerido que proporcione sus razones de media y picos para la conexión.

Entonces el *ISP* usando una fórmula que describe el ancho de banda efectivo en función de sus picos y demandas promedio, al usuario se le cobra una tarifa que es la tangente a la línea de la fórmula de ancho de banda efectivo y el auto reporte proporcionado inicialmente, para después que se multiplique por el tiempo de conexión el resultado ofrezca cual es la tarifa por cobrar total para el cliente.

2.2.11.5. Asignación responsiva de precios

Se define como la asociación de una medida de costo con la carga de la red. Todos los usuarios pueden ser señalados con los precios necesarios para recuperar el costo de la carga actual de la red. Los usuarios que son sensitivos al precio y

aquellos que estén dispuestos a responder a un incremento dinámico de precios demuestran una eficiencia económica al elegir si o no meter tráfico de acuerdo con la intención de pagar por el precio actual.

En otras palabras, la sensibilidad al precio de los usuarios y la sensibilidad de velocidad de respuesta de las diferentes aplicaciones. Puede ser usada por los *ISPs* para ajustar precios dinámicamente y aliviar la congestión.

2.2.12 Asignación de precios por subasta

En este modelo cada usuario coloca su apuesta en cada paquete que refleje su intención de pagar para mandar un paquete a otra red en un momento dado. La puerta de salida admite paquetes en orden descendente de su apuesta mientras el desempeño de la red se mantenga en el límite superior saludable para no generar congestiones demasiado visibles.

Los usuarios reciben el cargo de acuerdo con su oferta mínima, por paquete admitido en la red a un tiempo asignado. Pagando entonces solo por los costes de congestión del mercado cuando el circuito comience a prestar congestión. Este tipo de acciones de subasta fomentan las eficiencias en lo económico y en la red, aunque requieren cambios substanciales en los usuarios, interfaces de aplicación con los usuarios y proveedores, sistemas de cobro.

2.2.12.1. Asignación de precios por congestión

Es la realización de la idea que la red anuncia sus precios basado en los niveles de congestión y la respuesta de los usuarios a los precios es retroalimentada en un bucle de control que calcula los nuevos precios. Existen trabajos como los de Du & Lu, (2011); Mohsenian-Rad & Leon-Garcia (2010); Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, & Schober (2010). Que han intentado combinar las dos perspectivas predicción de precios futuros y congestión en la red atreves de dar retroalimentación

entre el usuario y el proveedor como lo constatan los trabajos de Li, Chen, & Low, (2011) y Roozbehani, Dahleh, & Mitter (2010).

2.2.12.2. Día adelantado dependiente del tiempo y su asignación de precios

Este modelo es una variante de asignación de precios por congestión dinámica, y varía por el tiempo del día (por ejemplo, cada hora), mientras los usuarios son informados de los precios futuros un día antes. Esto debido a que diferentes tipos de tráfico son muy sensitivos al retraso, y en otros los usuarios quizás deseen esperar varias horas por un precio mucho más bajo.

El *ISP* monitorea el cambio del volumen de tráfico de acuerdo con su caracterización de precios fijos y constantes, estos cambios serán usados para optimizar los precios del día siguiente.

2.2.12.3. Asignación de precios por teoría de juegos

Aunque existen muchos trabajos teóricos acerca de este esquema, como lo menciona Sen et al. (2013), los modelos han encontrado poca atención por parte de los operadores de red hasta ahora, quizás por su naturaleza estilizada de los modelos teóricos y por los retos al estimar la utilidad del usuario y los parámetros de sistema en el mundo real.

Asimismo, Jiang, Parekh, & Walrand (2008) introdujeron un modelo para estudiar el rol del tiempo en las preferencias para acceder a la red. En ese modelo, cada usuario elige su tiempo de acceso basado en sus preferencias, el nivel de congestión y el precio cobrado.

En dicho documento los autores demostraron que la maximización de la función de bienestar social y la utilidad del proveedor de servicio es posible si el proveedor puede diferenciar sus precios sobre diferentes usuarios y horarios. Indica que, si los

precios solo pueden ser diferenciados sobre la hora de acceso y no atreves de usuarios por información suficiente, el beneficio social resultante puede ser mucho menor que el óptimo, especialmente en la presencia de muchos usuarios de baja utilidad.

2.2.12.4. Cargos por exceso

En todos los planes de precios se tendrán que contemplar costos de penalizaciones que sean proporcionales al uso por encima del límite de tráfico de datos contratado cuando se haya contratado el servicio por volumen. Los planes de datos escalonados con diferentes precios para diferentes límites de uso son empleados para proporcionar diferentes opciones a los consumidores, que inviten consumir planes acordes con tecnología más eficiente.

Sin penalizaciones por utilizar mayor flujo de datos los planes de tarifa plana serian inviiables para los *ISPs*. Tal es el caso que comenta Cris Keall (2011) de TelstraClear el segundo proveedor más grande de telecomunicaciones en Nueva Zelanda ocurrido del 2-5 de diciembre 2011.

Días antes de ese fin de semana la compañía lanzó una promoción eliminando los límites de ancho de banda para todos los usuarios residenciales desde el viernes a las 18.00 horas hasta el domingo a media noche. Como resultado sus usuarios que estaban deseosos de aprovechar tal promoción se enfrentaron al encontrar que las velocidades habían sido reducidas a un quinto de su velocidad.

Otra forma de asignación de precio y que está ganando popularidad es la de consumir contenido patrocinado. En la que los operadores subsidian cierto tipo de datos. Por ejemplo, Movistar en Bélgica ofrece acceso gratuito a *Facebook* y *Twitter* sin descontar bytes de su plan de datos (Bublely, 2011).

Joe-Wong observó que algunos objetivos pueden contraponerse en diferentes grados. Por ejemplo, los grados de libertad entre igualdad de servicio y eficiencia al asignar ancho de banda a usuarios que comparten diferentes subgrupos de enlaces en una red de datos, este tema ha sido discutido en trabajos recientes con el nombre de asignación multi-recurso, como lo muestra el trabajo en conjunto realizado por Ha, Sen, Joe-Wong, Im, & Chiang (2012).

La asignación de precios como mecanismo para habilitar proporcionalmente la asignación de ancho de banda entre usuarios merece recibir atención el trabajo de Kelly, Maulloo, & Tan (1998); como el de Yaiche, Mazumdar, & Rosenberg, (2000).

Similarmente la eficiencia, imparcialidad y conveniencia son objetivos difíciles de conjugar simultáneamente, aunque la asignación de precios puede ponderar soluciones que balanceen esos requerimientos.

En cuanto a este tema Wagner et al. 2012 desarrollaron un mecanismo de control de congestión basado en la solución de teoría de juegos y equilibrio de Nash tareas de cálculo en una red militar asignando precios calibrados para distribuir trabajos en varios clústeres de múltiples computadoras, balanceando de forma equitativa los recursos, usando redundancia en la replicación de tareas para asegurar la disponibilidad.

Su trabajo demostró que las metas de manejabilidad, complejidad y facilidad de implementación también pueden ser conflictivas.

Se encontró que las medidas para hacer que el tráfico de la red sea manejable, usualmente introduce un grado de complejidad a los retos de las implementaciones de este tipo. La asignación de recursos basados en subastas como el “Mercado Inteligente” (*Smart Market*) diseñado por Mackie-Mason, J., & Varian (1995), trataron el tema, donde describen otros trabajos relacionados con la asignación de precio por ancho de banda. Murphy, Liam, B.E. Murphy (1994); Ha et al. (2012).

En ambos trabajos demuestran mejoras a la eficiencia y la gestión, pero requieren una implementación por parte del cliente e incrementan la complejidad del sistema de facturación para el proveedor.

La asignación de precios puede ser usada como una forma de control de poder; Saraydar, Mandayam, & Goodman (2002) propusieron un marco para la teoría de juegos, en que los usuarios inalámbricos compiten por poder ponderado, para así maximizar los parámetros de calidad de servicio (QoS por sus siglas en ingles).

El trabajo más reciente encontrado fue el realizado por Zheng, Joe-Wong, Tan, Ha, & Chiang (2017), que discute la factibilidad y los beneficios de un plan de datos para usuarios de teléfonos móviles en el que pueden intercambiar sus planes con un beneficio al ISP, en el que cada vez que se transfieren créditos intercambiables por datos entre los planes de los usuarios el ISP obtenga un beneficio económico al autorizar el intercambio.

Como se ha demostrado en la revisión de la literatura reciente y clásica, existen múltiples y diferenciadas formas de asignación de precios que han sido propuestas por investigadores y estas han atraído cierto nivel de restricciones entre uno u otra meta que pudieran ser conflictivas entre sí, en las redes de datos.

2.2.13. Otros estudios

Existen otros estudios en lo que se refiere a la optimización de las redes de datos, unos estudios abordan el problema orientado a la evolución tecnológica como respuesta, donde técnicas como el *rebanado de redes* inalámbricas de 5ta generación, la cual propone que la infraestructura se rebane para diferentes categorías de usuarios como teléfonos inteligentes, conducción autónoma de automóviles, internet de las cosas masivas y que la totalidad de los recursos sea dinámicamente compartida da da Silva et al. (2016).

En el trabajo de la reprogramación de algoritmos de gestión de colas activas (AQM del inglés *active queue management*), basadas en el “valor del paquete” realizado por Nadas, Turanyi, & Racz (2016) se discute cual es el marco que puede ser utilizado para compartir recursos sobre redes de radio frecuencia y donde el costo de transmisión varia, dicho trabajo muestra las diferentes técnicas de balanceo de carga y optima distribución en toda la red.

En el trabajo de Gong, Duan, Chen, & Zhang (2017) se discute la relación del efecto de red social en una comunidad y el efecto de congestión en la red. En ese trabajo se menciona que la ganancia marginal del uso total incrementa con los lazos sociales y el número de usuarios de la comunicad, o decrece con el coeficiente de la congestión.

En contraste cuando el efecto de congestión domina sobre el efecto de red social, la ganancia marginal decrece, en otras palabras, cuando el efecto de red social es fuerte, se tendrá que usar un precio menor para incrementar las utilidades totales, en contraste cuando la congestión es alta, un precio mayor es preferido.

En el trabajo de Hanawal, Malik, & Hayel, (2018) se escribió acerca de los regímenes de precios diferenciados. En el que se indica que un *CSP* que ofrece un QoS bajo puede obtener mayores ingresos que un *CSP* que ofrezca mejor QoS a través de un patrocinio (a través de publicidad insertada en el contenido). Se encontró que el QoS como retraso promedio para los usuarios finales puede degradar la utilidad, comparado con el caso donde no se establece un precio diferenciado.

En el trabajo de Zheng et al., (2017) se examina un mercado secundario para la venta de flujo de datos, por ejemplo, el creado por la Empresa China Mobile-Hong Kong, en el que los usuarios pueden comprar y vender los sobrantes de sus planes de datos mensuales. Aunque similar a las ofertas en la que usuarios ofrecen para

comprar y vender datos, esta difiere de las subastas dobles en que el ISP es un intermediario entre compradores y vendedores.

Al preguntarse si los *ISP* obtienen un beneficio financiero para ofrecer abrir ese mercado, se deriva el comportamiento óptimo del usuario y se propone un algoritmo que pueda enlazar a los compradores con los vendedores.

Se considera que para las oportunidades que se intentan descubrir con los resultados de este trabajo, muestre otro tratamiento diferente de los métodos descritos anteriormente ya que ellos se han centrado exclusivamente en usar un problema para justificar métodos y modelos matemáticos.

Un problema fundamental es que los modelos hasta ahora revisados no discriminan el comportamiento de cada usuario, es decir no hay una comparación del registro de uso en una ventana de tiempo anterior para proponer una oferta económica en el caso de encontrarse situado en una red congestionada o en una red con capacidad ociosa.

Entonces son los usuarios quienes elegirán si consumen o no el servicio haciendo un cálculo de cuánto pagaran por una velocidad asegurada de descarga expresada en megabytes por segundo, con la incertidumbre de no saber cuántos megabytes se necesitan para terminar de ver una película o mandar archivos adjuntos en un correo electrónico que indica el plan de producción en una planta manufacturera.

Los proveedores de *internet tier 3*, tienen necesidades de maximizar la rentabilidad de la infraestructura instalada, para servir con precios más competitivos a sus clientes. El conocer los patrones de uso de los usuarios y correlacionar la disponibilidad de la red podría ayudar a decidir qué tipos de ofertas debieran estar disponibles para cada usuario.

III. OBJETIVOS

3.1 Justificación y planteamiento del problema

3.1.1 Justificación y delimitación de la investigación

La justificación de este trabajo es formular un método que ayude a tomar decisiones basados en datos objetivos e históricos, para aumentar las utilidades obtenidas por la comercialización de servicios de internet.

La investigación se basó en los datos que se recabaron por medio de los sistemas de cómputo con una empresa privada proveedor de internet inalámbrico, conocida en la industria como *WISP* (del inglés *Wireless Internet Service Provider*).

En este contexto la presente investigación aborda un enfoque descriptivo ya que pretende caracterizar de manera parcial la utilización de los enlaces de la red de telecomunicaciones de un proveedor de internet.

Por otra parte, es de carácter explicativo al responder a la pregunta: ¿Qué efectos tienen en la demanda, la evaluación de un conjunto de escenarios aplicado a un modelo de administración de utilidades y capacidades?

3.1.2 Tipo de investigación

Este proyecto es de investigación cuantitativa en el análisis de las series de tiempo que caracterizan la red de telecomunicaciones de un proveedor de internet y la demanda de sus clientes por el servicio de conectividad a internet.

3.1.3 Planteamiento del problema

Aunque la red fija, bien sea tradicional o de fibra óptica, llega a muchas partes de los hogares en el mundo, hay otros tantos, en las zonas rurales, que tienen grandes limitaciones a la hora de acceder a servicios de telefonía e Internet de forma aceptable. Hablamos normalmente de localidades de entre 10 y 500 habitantes, alejadas de las zonas urbanas y con orografías a veces complicadas, en la que o no llega la red fija.

Este mismo problema sucede con los desarrollos habitacionales nuevos en todas las ciudades, es común escuchar entre los vecinos de fraccionamientos nuevos que los proveedores de internet se niegan a expandir su infraestructura para ofrecer el servicio a esa área. Este es el segmento de la población que un proveedor de internet inalámbrico busca atender.

Un proveedor de servicio de internet inalámbrico es una compañía que ofrece servicios de transmisión a usuarios de dispositivos inalámbricos computadoras o teléfono a través de señales de radio frecuencia en vez de usar comunicación de fin a fin a través de un cable.

Usualmente los *WISP* a diferencia de los proveedores de telefonía móvil no ofrecen servicios de telefonía celular, o servicios de comunicación personal (*PCS* por sus siglas en inglés, *Personal Communication Service*).

Desde un punto de vista puramente comercial, suministrar internet de banda ancha inalámbrico quizás no es sostenible desde el punto de vista de las grandes corporaciones que aprovechan la economía de gran escala.

Un claro ejemplo reciente es el resultado comercial de *Axtel*, una compañía de telecomunicaciones mexicana, que tenía en su cartera un producto llamado *Acceso*

Universal que se soportaba en infraestructura inalámbrica similar a la que ofrecen los *WISP*.

Axtel en su reporte de actividades del año 2012, declaró tener pérdidas acumuladas netas por 2 mil 315 millones de pesos y que sus esfuerzos de recapitalización serían enfocados al despliegue de red de fibra óptica hasta el hogar o negocio y la operación de productos de alto valor para el mercado de consumo como servicios en la nube para el mercado empresarial y gubernamental.

En el mismo reporte declaraba que solo había crecido el 2% anual en términos reales pasó de 368 mil usuarios a 377 mil es decir solo 9 mil usuarios en su red de acceso universal, contra los 100 mil nuevos usuarios reportados en la gama de productos de productos de fibra óptica.

Al momento de escribir este trabajo, *Axtel* ya no ofrece ese producto y no es difícil suponer que la empresa no ve altos rendimientos en servir a ese segmento de la población porque su producto nunca fue ofrecido a áreas rurales sino a áreas de ciudades con alta concentración de usuarios donde la única ventaja competitiva que tenía era ser el proveedor de baja calidad, porque tenía el mismo costo que sus competidores.

Desde el punto de vista comercial los proveedores de internet de acceso obtienen utilidades al servir a pequeñas comunidades, pero no tienen el respaldo financiero para colocar grandes infraestructuras que monitoreen sus equipos y ofrezcan reportes a la medida para hacer estadística del comportamiento de sus usuarios y así ofertar, nuevos productos y obtener mejores rendimientos operativos que se traduzcan en un negocio rentable y sano.

En el caso particular de este trabajo y atendiendo acuerdos de confidencialidad el nombre del objeto de estudio será tratado como *Empresa de Telecomunicaciones*,

la cual opera con tres radio-bases que dan servicio a varias colonias a las que otros proveedores se han negado a invertir para dar servicio de internet.

A la fecha, la *Empresa de Telecomunicaciones* no cuenta con equipos de monitoreo que ayuden a gestionar la capacidad del servicio, ni de crecimiento en cada nodo y solo se fía de los estadísticos puntuales que arrojan los equipos de comunicaciones cuando alguno de sus usuarios reporta fallas en el servicio indicando que la red está más lenta de lo normal y que los videos o las páginas de cierto proveedor de contenidos están más lentas.

Con este estudio se busca responder las siguientes preguntas ¿cuál es la capacidad utilizada de la red?, ¿cuál es la demanda de los usuarios?, ¿hay capacidad ociosa cuando los usuarios demandan los servicios?, ¿cómo obtener mayores ingresos de acuerdo con la capacidad y la necesidad de los usuarios?

3.2 Objetivos de la investigación

3.2.1 General

Utilizar un método heurístico que permita encontrar usuarios que demanden un ancho de banda mayor en su servicio de internet. (Testing)

3.2.2 Específicos

Diseñar una interfaz de monitoreo para el acopio de datos del estado de la red en un horizonte temporal. (Defining)

Analizar los datos recabados por el nodo de prueba para pronosticar el comportamiento de los usuarios. (Gathering), (Computing).

Estimar el valor monetario esperado para una muestra de clientes de internet inalámbrico. (Estimating)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de investigación y enfoque

Este proyecto es de investigación descriptiva, al buscar definir cuáles son los patrones de consumo de internet en el mercado que se está atendiendo.

4.2 Enfoque de investigación

Este proyecto tiene un enfoque cuantitativo al describir el comportamiento del volumen de datos intercambiado en internet.

4.3 Unidad de Análisis

Se analizó el volumen de tráfico de diez enrutadores en la red en un proveedor de internet inalámbrico en Mérida, Yucatán, México, que no cuenta con equipos de monitoreo del tráfico de su infraestructura.

4.4 Metodología

El enfoque de este estudio fue cuantitativo, la primera etapa consistió en el acopio de datos en una infraestructura en producción de un proveedor de internet inalámbrico, a través de una computadora que guardaba las consultas de los estados de la red, en series de tiempo.

En una segunda etapa se realizó el depurado de datos y análisis de probabilidad en los diagramas de dispersión al correlacionar la velocidad del circuito principal que alimenta a todos los circuitos abonados de una sección a la que la compañía brinda servicio, comparado individualmente el circuito principal con cada uno de los usuarios de un grupo muestra de usuarios, no representativo estadísticamente.

Después se generó un diagrama de valor esperado monetario y por último se compararon el monto estimado de venta contra el monto de venta del mes de investigación para esa muestra. En la siguiente sección se describe las generalidades de los pasos realizados para este análisis.

El propósito del análisis de datos fue traer los mismos datos a un nivel de calidad en que puedan ser usados confiablemente para la producción de modelos o aseveraciones estadísticas.

El nivel de calidad necesaria para crear un producto estadístico es determinado por una sencilla pregunta costo-beneficio ¿cuándo el producto estadístico está listo para su uso y cuanto más esfuerzo se requiere para traer los datos a ese nivel?

Una forma de resolver esta pregunta es pensar en términos de las cadenas de valor, que consisten en una secuencia de actividades que incrementan el valor del producto paso a paso.

Van Der Loo (2018) define que una cadena de valor estadística es construida al definir un numero definido de datos estadísticos intermedios, en el que los atributos de calidad están bien definidos.

En la Figura 11 se muestra la organización de ideas acerca del proceso de producción estadístico.

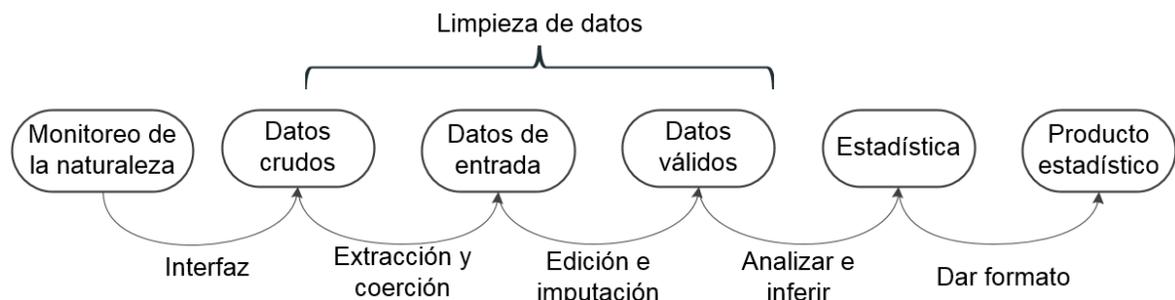


Figura 11. Captura y procesamiento de datos para toma de decisiones.
Fuente: Van Der Loo, 2018.

Parte de una cadena de valor estadística, que muestra seis diferentes niveles de valor estadístico, que van desde el monitoreo de naturaleza hasta el producto estadístico.

De izquierda a derecha se inicia con el monitoreo de la naturaleza, puede ser un sensor o un registro en papel que del que puedan obtenerse los datos crudos, que tienen que ser lo suficientemente trabajados para satisfacer los estándares técnicos y puedan servir como entrada, revisiones de consistencia, corrección de datos, e imputación de procedimientos.

Una vez que esto se ha logrado, los datos pueden ser considerados suficientemente válidos para la producción de parámetros estadísticos, que recibiendo un formato adecuado están listos para su desarrollo de salida.

En la práctica, este proceso es muy pocas veces lineal y es muy común limpiar los datos, crear algunos parámetros agregados, después encontrar que se ha cometido un error y empezar nuevamente el proceso.

El propósito de la cadena de valor brinda una visión de donde sucede cada actividad, en vez de dar una descripción del orden a seguir de un flujo de trabajo. Van Der Loo (2018) hace énfasis en que este flujo de trabajo tiene varias iteraciones a través de cada una de las etapas subsiguientes en la cadena de valor, hasta que la calidad del producto es considerada lo suficientemente buena.

4.4.1 Monitoreo de la naturaleza

Se diseñó una interfaz para el acopio de datos del estado de naturaleza de la infraestructura objetivo, que pueda guardar los estados de emisión y transmisión de datos de cada cliente. Esta interfaz se compuso por una computadora o nodo que ejecutó un guión *bash*, muy similar a un archivo de *texto .txt*, *.pdf*, *.xls*, pero con la extensión *.sh* después del nombre y se denominó *cron-poller.sh*. Este archivo daba

la indicación de qué tipo de consultas SNMP hacer a los enrutadores de los clientes y así obtener los contadores de bytes en la interface de red (para más detalles refiérase a la descripción después de la figura 16 de este documento).

Los valores obtenidos de las consultas realizadas a 10 clientes fueron almacenados en memoria, luego concatenados y enviados con su impresión de tiempo, en una sola línea a un archivo separado por comas, que se definió con el siguiente nombre *mycron_file.csv* y los datos almacenados en este último archivo fueron los datos crudos en el que se basó este estudio.

El detalle de el guión se puede consultar en la figura 16. En el siguiente proceso se indica la herramienta que se utilizó para asegurar la frecuencia y el periodo de observación.

4.4.2 Datos crudos

Se entiende que los datos crudos son los datos que son levantados directamente de la fuente o sensor de monitoreo, ya que no se tiene ninguna influencia en la manera que los datos fueron recogidos, lo primero que se recomienda es hacerla legible, para poder entender que es lo que representa cada objeto (persona, compañía o tiempo).

Por cada valor que es conocido que tipo de variable representa (edad, ingresos, etc) y que valor es el que se guarda en el formato técnico (un numero o una cadena de caracteres comúnmente denominada *string*).

También fue necesario normalizar o convertir el código en que se levantó, por ejemplo, todos los siguientes valores podrían referirse a la misma persona (101010001, Sara, sara, Sarah) y existe la necesidad de renombrarlos a *enlace usuario uno*.

Se instaló una computadora que monitoreó el estado de la red del proveedor de servicio durante 30 días, confirmando que ejecutara el guión *bash* a través de un proceso repetitivo y constante, cada tres minutos con el demonio *crontab* de *Linux*.

Después de haber ejecutado el guión *bash* por treinta días se detuvo el demonio *crontab* que ejecutaba el guion *bash* y se respaldó la base de datos obtenida.

4.4.3 Datos de entrada

Una vez que cada valor que se ha guardado en el tipo correcto, identificado con la variable que representa y la entidad estadística a la que pertenece, muchas veces ese set de datos puede ser representado en un formato de tabla.

Aunque los formatos pueden ser cualquiera, algunos autores prefieren estructuras tipo *xml*, también se pueden manejar como archivos de texto separados por comas *cvs* y otros más, por archivos de Bases de datos *sql*, o *Excel*.

4.4.4 Datos válidos

Se considera que los datos son válidos cuando ellos representan fielmente las variables y los objetos a los que se refieren, asegurar que los datos satisfacen, el dominio de conocimiento expresado en la forma de un conjunto de reglas de validación es una manera de hacerlo.

Esta actividad se complementa por una revisión experta, por ejemplo, basada en varias visualizaciones o revisando los valores agregados por expertos en el dominio.

Van Der Loo (2018) define la validación de datos como una actividad que consiste en verificar si una colección de valores proviene de una colección predefinida de valores recolectados.

Se puede hacer una comparación de este proceso cuando se pide validar de un billete de siete unidades, ya que es una representación posible, pero inválida ya que en nuestro conocimiento los billetes y monedas de siete unidades no existen en el mundo.

En el presente trabajo se realizaron las transformaciones de datos en características manipulables para su análisis como lo son *megabytes* por segundo, que es una característica medible y predecible.

Una vez que los datos califican como válidos, las estadísticas se pueden producir por cualquier técnica de modelado e inferencia. Dependiendo del proceso de limpieza de datos, estas técnicas pudieran requerir tomar como parámetro de entrada ese procedimiento cuando se estime la varianza después de algunos métodos de imputación.

4.4.5 Estadísticas

Estadísticas son las estimaciones simples de salida de las variables de interés. Comúnmente son simples agregados como (promedios y totales), pero en principio pueden consistir a partir de parámetros más complejos como coeficientes de modelos de regresión o modelos de entrenamiento de aprendizaje de máquinas (que no se discuten en este trabajo).

En el caso del proveedor de internet inalámbrico que estamos discutiendo se transformaron los valores de la base de datos *BD-00* a otra que hiciera referencia al porcentaje de utilización del circuito conforme a plan de velocidad de transferencia de datos contratado por el cliente y el enlace principal conforme a la capacidad límite de este.

Esta segunda base de datos se denominó Base de datos porcentual 01 (BDP01). Se generaron gráficas de dispersión e histogramas de los porcentajes de utilización

de los enlaces con respecto al enlace principal, estas gráficas ayudaron a visualizar y validar de manera gráfica la candidatura de los clientes para una oferta en ventanas de tiempo donde el enlace principal de internet este siendo menos utilizado.

Más adelante se presenta una gráfica de dispersión de diferentes zonas que representan la coincidencia de actividad del enlace principal ubicado en el eje X en relación con un enlace de un usuario representado en el eje de Y.

Cada una de las zonas representa una situación particular de la cual se puede expresar una probabilidad de ocurrencia si se cuantifica las observaciones obtenidas en cada zona en una gráfica de dispersión, a continuación, se definen las condiciones en expresiones porcentuales para cada zona en el diagrama de dispersión.

Cuadro 2. Condiciones por definir en el gráfico de dispersión.

Numero de zona	Límites por definir
Zona 1	enlace usuario > max % y enlace principal < min %
Zona 2	enlace usuario > max % y enlace principal > min %
Zona 3	enlace usuario > min % hasta < max % y enlace principal < min %
Zona 4.1	enlace usuario > min % hasta < max % y enlace principal > min % hasta < max %
Zona 4.2	enlace usuario > min % hasta < max % y enlace principal > max %
Zona 4.51	enlace usuario < min % y enlace principal > min % hasta < max %
Zona 4.52	enlace usuario < min % y enlace principal > max %
Zona 5	enlace usuario < min % y enlace principal < min %

4.4.6 Producto estadístico

El producto estadístico, es donde el análisis se termina. Es creado al tomar las estadísticas y prepararlas para su disseminación. Esto involucra formato técnico, preparación de reportes o gráficos de visualización.

En caso de el formato técnico, hacer un nuevo formato de validación, por ejemplo, cuando un producto estadístico debería tener formato *json* o *xml* para alimentar una *página web*. En general, el producto de salida de un analista es el dato crudo de otro analista.

Es necesario identificar cuantitativamente las observaciones de cada una de las regiones en una gráfica de dispersión y asignar la probabilidad de las observaciones en cada una de las regiones.

Por último, se realizó una tabla que contenga la frecuencia con la probabilidad de que el enlace del usuario este por debajo del máximo %, encima del máximo %, al igual que debajo del mínimo % y encima del mínimo % para el enlace principal que suministra la zona, esta tabla sirvió para definir después un gráfico de valor monetario esperado para cada uno de los clientes como lo proponen Render, Stair, Michael E, S Hale, & Al (2016).

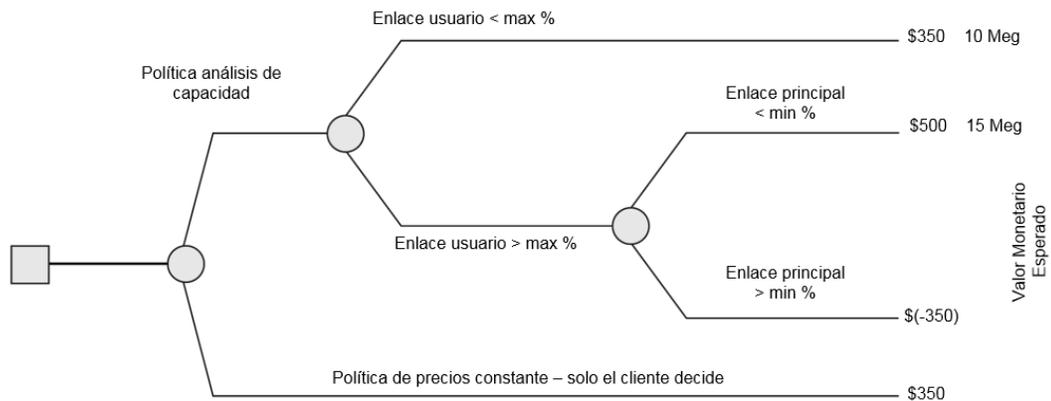


Figura 12. Gráfico de valor monetario esperado a definir.
Fuente: Render, Barry; Stair, Ralph M; Michael E, Hanna; S Hale, 2016.

V. DESARROLLO

5.1 Monitoreo de la naturaleza

Para diseñar la interfaz del acopio de datos, se utilizó el mismo protocolo de adquisición de datos del trabajo realizado por Affandi, Riyanto, Pratomo, & Kusrahardjo (2015); Brattstrom & Morreale (2017); Kharchenko, Kondratenko, & Kacprzyk (2017), para conocer el comportamiento del uso de red de los clientes. El protocolo *SNMP* recoge los datos crudos de un parámetro en una computadora. Con el registro de datos se obtuvieron datos de horas pico y se realizaron los tratamientos intermediarios para producir gráficas y realizar análisis de consumo.

Los trabajos citados demostraron el uso del protocolo *SNMP*, para generar datos crudos que monitorearon la utilización de diferentes computadoras y también definieron el uso de tratamientos intermediarios para la generación de gráficas que ayudaron a visualizar el comportamiento de los enlaces monitoreados.

Para el presente trabajo se utilizaron las siguientes herramientas, Software MIB browser, guion *Bash* de creación propia, y demonio *crontab* embebido de fábrica del sistema operativo *Linux*.

Para encontrar las etiquetas de los *OID* de los equipos de red se utilizó el software *MIB browser* versión 12 construcción 4501 de *iReasoning*, que fue descargado de la siguiente página web <http://ireasoning.com/mibbrowser.shtml>

iReasoning MIB Browser es una herramienta construida por *iReasoning*. (iDeskCentric Inc, 2018) *MIB browser* permite administrar dispositivos de red y aplicaciones a través del protocolo *SNMP*. La figura 14 muestra el caminado *SNMP* de una antena con el software *MIB Browser*.

Esta herramienta permite a los usuarios cargar *MIBs* estándar, propietarios e incluso algunos *MIBs* mal formados. También permite realizar consultas de *SNMP* para obtener datos del agente, o hacer cambios en el agente.

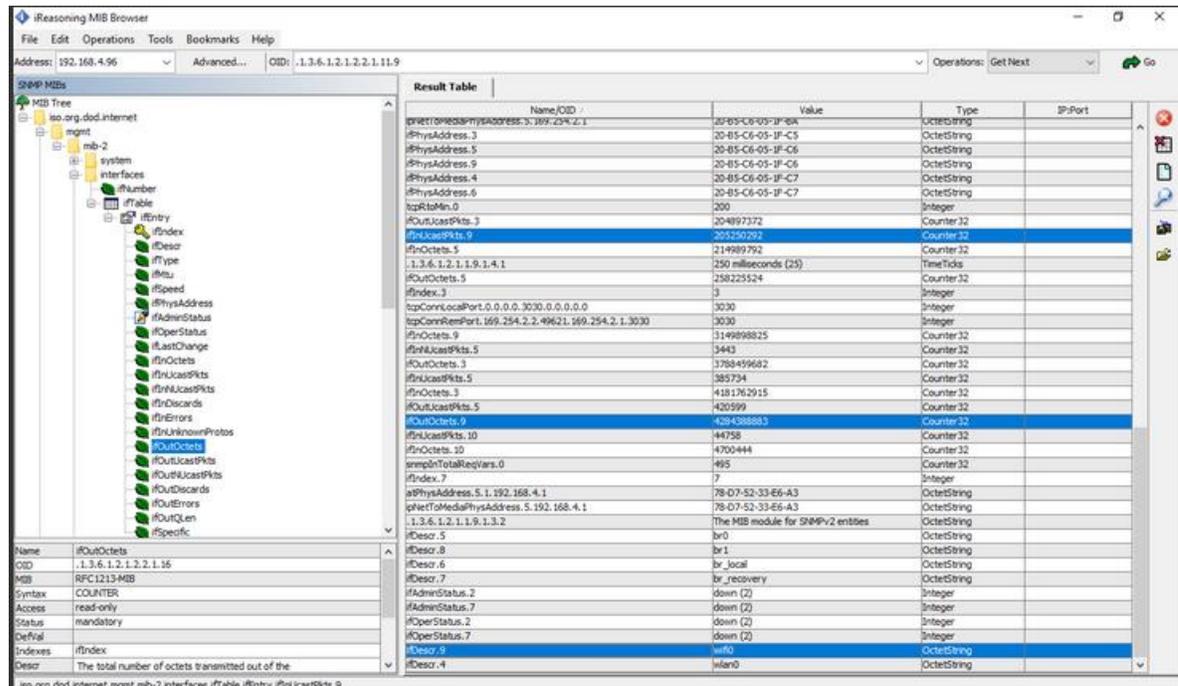


Figura 13. Captura de pantalla del caminado *SNMP* de una antena con el software MIB Browser de *iReasoning*.

Para la creación del guion *Bash*, que capture los datos crudos y los registre en un archivo que será la base de datos inicial en la que este trabajo se basa; se utilizó la interfaz de desarrollo *Geany*, que es un editor de texto, con características básicas de un ambiente integrado de desarrollo.

```

libmain.c - /home/user/geany/src - Geany
File Edit Search View Document Project Build Tools Help
document.c x document.h x editor.c x main.c x libmain.c x
Functions
  apply_settings [170]
  change_working_directory_on_wir
  check_no_unsaved [1349]
  create_config_dir [633]
  do_main_quit [1244]
  get_line_and_column_from_filena
  get_locale [961]
  load_session_project_file [862]
  load_settings [878]
  load_startup_files [910]
  main_get_argv_filename [308]
  main_get_version_string [295]
  main_handle_filename [782]
  main_init [234]
  main_is_realized [429]
  main_lib [1018]
1009
1010     gtk_rc_set_default_files(new_files);
1011
1012     g_strfreev(new_files);
1013 }
1014 #endif
1015
1016
1017 GEANY_EXPORT_SYMBOL
1018 gint main_lib(gint argc, gchar **argv)
1019 {
1020     GeanyDocument *doc;
1021     gint config_dir_result;
1022     const gchar *locale;
1023     gchar *utf8_configdir;
1024
1025     #if ! GLIB_CHECK_VERSION(2, 36, 0)
1026     g_type_init();
1027     #endif
1028
1029     log_handlers_init();
1030
1031     app = g_new0(GeanyApp, 1);
1032     memset(&main_status, 0, sizeof(GeanyStatus));
1033     memset(&prefs, 0, sizeof(GeanyPrefs));
1034     memset(&interface_prefs, 0, sizeof(GeanyInterfacePrefs));
1035     memset(&toolbar_prefs, 0, sizeof(GeanyToolbarPrefs));
1036     memset(&file_prefs, 0, sizeof(GeanyFilePrefs));

```

Figura 14. Captura de pantalla código C en la interfaz gráfica de la interfaz de desarrollo GEANY.

Fuente: recuperado de <https://www.geany.org/>, 2018.

Se utilizó un guion *Bash* de formulación propia, para tomar las lecturas de cada uno de los diez enrutadores objeto de estudio en la red monitoreada, se tomaron como referencias los métodos del trabajo realizado por Harwani (2014) en su libro *UNIX & Shell Programming*.

```

cron-poller.sh x
1  #!/bin/bash
2
3  declare -i RXa1=0 TXa1=0 RXa2=0 TXa2=0 RXa3=0 TXa3=0 RXa4=0 TXa4=0 RXa5=0 TXa5=0
4  declare -i RXa6=0 TXa6=0 RXa7=0 TXa7=0 RXa8=0 TXa8=0 RXa9=0 TXa9=0 RXa10=0 TXa10=0
5  declare -i RXa11=0 TXa11=0
6
7  time=`date --rfc-3339=seconds`
8  RXa1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
9  TXa1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
10
11  RXa2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.202 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
12  TXa2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.202 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
13
14  .
15  .
16  RXa11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.211 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
17  TXa11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.211 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
18
19  echo "$time,$TXa1,$RXa1"
20  echo "$time,$TXa1,$RXa1,$TXa2,$RXa2,...,$TXa11,$RXa11">> mycron_file.csv
21
22

```

Figura 15. Captura de pantalla del guion *Bash* utilizado para la consulta de *SNMP*.

En la Figura 15 se muestra la captura de pantalla del guion *Bash*, cada comando se describe a continuación, *Declare* es el comando utilizado para definir e inicializar variables, el comando *-i* es utilizado para indicar que una variable va a ser operada como entero.

En este trabajo se representó el valor *RXan* y *TXan* como las variables de recepción y transmisión de cada una de las antenas observadas, designado de las etiquetas uno a la 10 como los clientes que han contratado el servicio y en el caso especial de *RXa11* y *TXa11* la antena de subida al enlace principal con el proveedor de internet.

La variable *time* no necesita inicializarse en cero porque no es íntegro numérico, el comando *date* con la opción del *rfc3389* indica la precisión de fecha del sistema que ejecuta el comando en orden de segundos, el cual se utiliza como referencia de los datos observados en el tiempo.

El siguiente comando para hacer un caminado de *SNMP* está definido por el siguiente comando, *SNMP-v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print \$4}'* el cual define la versión *2c* la comunidad de lectura como *8net* la ip de la antena a monitorear con ip *192.168.1.201* con el *OID .1.3.6.2.1.31.1.1.1.6.2* que llama por el registro al momento de la lectura de los contadores de bytes recibidos por la antena.

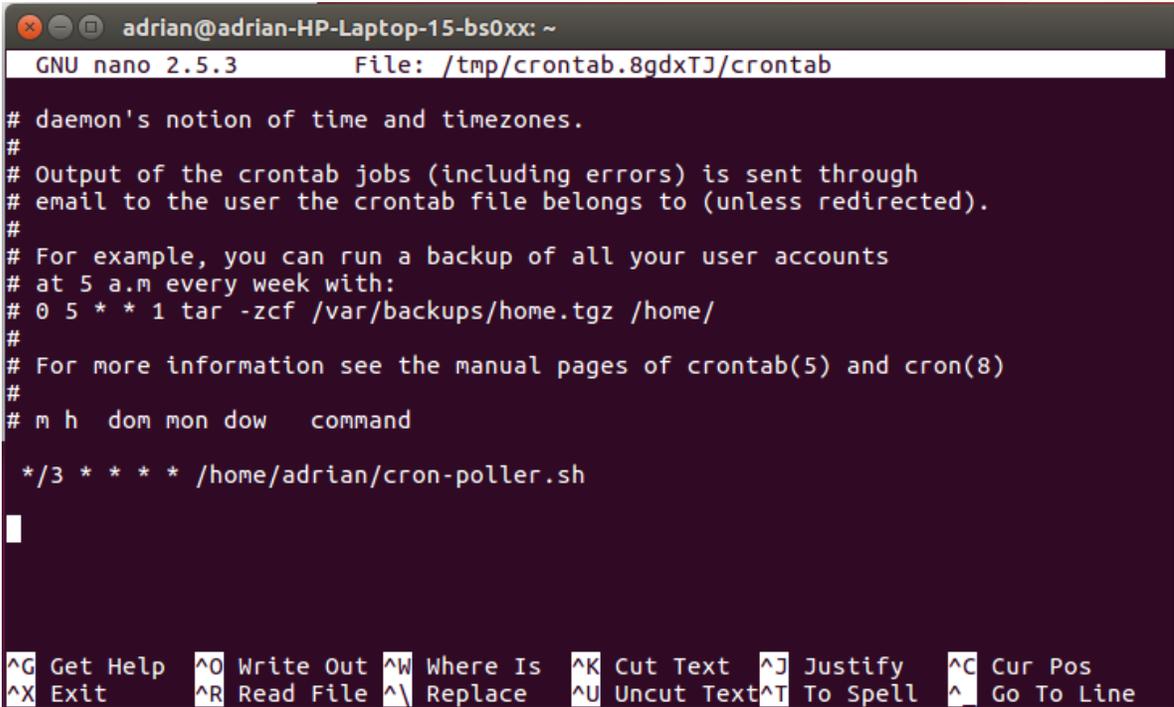
El comando *| awk* trunca los valores que serán colocados en la variable descrita en razón del siguiente comando *{print \$4}* que pide los últimos cuatro valores del comando lo que nos ayuda en la captura de datos.

El comando *SNMP* entrega datos crudos junto con un encabezado que define el dato votado, así mismo se ejecuta el mismo comando con una diferencia para cambiar de *OID* cuando se busca el contador de bytes transmitidos en la misma

interface cambia al .1.3.6.1.2.1.31.1.1.10.2, se mantiene la misma ip comunidad de lectura truncado e impresión de últimos cuatro valores.

Al final del script se ejecuta el comando *echo*, el cual manda imprimir en pantalla los valores que se almacenaron en las veintidós variables RXa1-RXa11 y TXa1- TXa11 enviándolas al final de la última línea escrita del archivo separado por comas nombrado *mycron_file.csv*.

Se estableció la frecuencia de medición para realizarse cada 3 minutos resultando en 480 muestras por día que aumenta la definición de las variables muestreadas en este estudio.



```
adrian@adrian-HP-Laptop-15-bs0xx: ~
GNU nano 2.5.3 File: /tmp/crontab.8gdxTJ/crontab
# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow   command
*/3 * * * * /home/adrian/cron-poller.sh
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Figura 16. Impresión de pantalla del demonio *crontab*.

Para asegurar que el código se ejecute constantemente cada 3 minutos se utilizó el demonio *crontab* del mismo sistema operativo *Ubuntu 16.04.4*.

Al utilizar una subrutina de espera de 3 minutos dentro del código, se encuentra que el registro del tiempo en la base de datos se desplaza milésimas de segundo que puedan complicar el patrón de regularidad necesario para el correcto cálculo de las series de tiempo.

La pantalla del código utilizado dentro del demonio cron se muestra en la figura 15, que le indica al demonio ejecutar el guion *cron-poller.sh* ubicado en el directorio *home/adrian* cada tres minutos por la noción del tiempo que tiene este demonio `*/*3`
`* * * *`.

Las figuras 17 y 18 muestran capturas de pantallas del guión que se desecharon por generar un corrimiento de segundos que se consideran impactantes al no tener un periodo de observación constante resultado de un corrimiento de pocas centésimas de segundo que al acumularlas dieron un corrimiento de 12 minutos.

El motivo del corrimiento es porque la rutina de captura de datos es la misma rutina utilizada para calcular los valores de las diferencias que se mandaran a la base de datos, la decisión de desechar este código se considera parte de la depuración de código inicial antes de realizar en el método que este trabajo describe.

```

my-poller.sh x
1  #!/bin/bash
2
3  echo "time, TXa1, RXa1, TXa2, RXa2, ..., TXa11, RXa11">> my_file.csv
4
5  declare -i RXa1=0 TXa1=0 RXa2=0 TXa2=0 ...
6  declare -i RXa11=0 TXa11=0
7
8  declare -i RXb1=0 TXb1=0 RXb2=0 TXb2=0 ...
9  declare -i RXb11=0 TXb11=0
10
11 declare -i RXd1=0 TXd1=0 RXd2=0 TXd2=0 ...
12 declare -i RXd11=0 TXd11=0
13
14
15     time=`date --rfc-3339=seconds`
16     RXa1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
17     TXa1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
18
19     RXa2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.202 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
20     TXa2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.202 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
21
22     .
23     .
24
25     RXa11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
26     TXa11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
27
28     echo "$time, $TXa1, $RXa1"

```

Figura 17. Guion *Bash* 1.1, inicialización de variables, formato de fecha y primeros comandos *get*.

```

29 while true ; do
30     time=`date --rfc-3339=seconds`
31     RXb1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
32     TXb1=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
33
34     RXb2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
35     TXb2=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
36
37     .
38     .
39
40     RXb11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.6.2 | awk '{print $4}'`
41     TXb11=`snmpget -v 2c -c 8net 192.168.1.201 .1.3.6.1.2.1.31.1.1.1.10.2 | awk '{print $4}'`
42
43     TXd1=$(( TXb1 - TXa1 )); TXd2=$(( TXb2 - TXa2 )); ... TXd11=$(( TXb11 - TXa11 ))
44     RXd1=$(( RXb1 - RXa1 )); RXd2=$(( RXb2 - RXa2 )); ... RXd11=$(( RXb11 - RXa11 ))
45
46     echo "$time, $TXd1, $TXb1, $TXa1"
47     echo "$time, $TXd1, $RXd1, $TXd2, $RXd2, ... $TXd11, $RXd11">> my_file.csv
48
49     TXa1=TXb1; TXa2=TXb2; ... TXa11=TXb11
50     RXa1=RXb1; RXa2=RXb2; ... RXa11=RXb11
51
52
53     sleep 3
54
55 done

```

Figura 18. Guion *Bash* 1.2, tratamiento de variables, envío de datos a archivo separado por comas y desplazamiento de variables.

5.2 Datos crudos

Se instaló el nodo de prueba que monitoreó el estado de la red del proveedor de internet, se utilizó una computadora con un solo procesador de 1.6 *Ghz*, 4 *Gbytes* memoria *RAM*, y Disco duro de 500 *GBytes*, con *Ubuntu 16.04.4 LTS* como sistema

operativo, se optó por este sistema operativo porque su distribución es gratuita y el autor tiene experiencia en la creación de guiones *Bash* de *Linux* y el uso de *crontab*.

Cabe destacar que pudiera realizarse en otro sistema operativo siempre y cuando se mantenga el uso del protocolo *SNMP* para explorar las características de los enrutadores a los que se pretende monitorear. Después de 30 días se pausó el demonio y se realizó un respaldo de la base de datos obtenida de las observaciones.

5.3 Datos de entrada

Para depurar y realizar transformaciones en características manipulables. En la lengua inglesa se reconoce este paso como *Data Wrangling* o *Data Cleaning*, por referirse a la preparación significativa de los datos crudos en variables más valiosas y significativas antes de aplicar un modelo en específico.

Se utilizaron los métodos descritos en el trabajo de Hernandez, Salcedo, & Pedraza (2008) donde se manipuló el registro el comportamiento de una red *WiMAX* para pronosticar valores futuros de tráfico. Rohrer (2016) menciona que es preferible ejecutar las transformaciones correspondientes de cada uno de los valores capturados en la base de datos antes de poder mostrar resultados.

En el presente trabajo primero se obtuvo otra tabla que resultó de la diferencia del valor actualmente observado menos el valor observado anteriormente conforme a la ecuación (8).

$$X = (x_t - x_{t-1}) \quad (8)$$

La ecuación (8) denota que para tener un valor de referencia se deben obtener dos valores observados, para dos valores de referencia, tres observados, incrementando en uno sucesivamente, desperdiciando la primera muestra que sirve

de punto inicial de la diferencia de los contadores observados en un instante de tiempo, comparados con los observados en el instante de tiempo anterior.

5.4 Datos válidos

Un problema que se esperó encontrar al hacer el primer tratamiento de la base de datos con contadores volcados, es decir, contadores reiniciados cuando ya han superado la cantidad máxima a desplegar, en el caso de las interfaces de las antenas observadas ese contador tiene una longitud de 32 bits, en otras palabras, el número máximo a desplegar esta expresado por la ecuación (9).

$$nummax = 2^{32} \quad (9)$$

$$nummax = 4,294,967,296 \quad (9.1)$$

Entonces para el caso en que la medición siguiente después del volcado de contadores hay que realizar otro tratamiento ya que la expresión (8) da valores negativos cuando x_t representa el valor menor a x_{t-1} después de haberse volcado el contador, que de manera ordinaria resulta siempre positivo cuando la operación realizada es la sustracción de un número mayor a un número menor.

Entonces para los casos donde se encuentra un numero negativo en la primera base de datos de diferencias, se optó por modificar la expresión de la ecuación (8) con la siguiente ecuación (8.1).

$$X = (4,294,967,296 - x_{t-1}) + x_t \quad (8.1)$$

Así al sustituir todos los valores negativos encontrados en la tabla por los resultados de esta nueva fórmula aplicada a todas las series temporales se generó la Base de datos BD-00 inicial que se utilizó para los pronósticos de consumo en cada uno de los clientes. Las lecturas que se han hecho son de bytes transmitidos, medida utilizada para el almacenamiento de datos, y no bits por segundo que es la medida

utilizada en la transmisión de datos, por ello es necesario hacer la conversión, de bytes a bites, y convertir las observaciones de 3 minutos a segundos, razones obtenidas por las expresiones descritas a continuación.

1 byte es equivalente a 8 bits.

1 kilobyte es equivalente a 8192 bits ($8*1024$)

1 megabyte es equivalente a 8 388 608 bits ($8*1048576$)

$$xMbit\text{porsegundo} = \frac{8}{180*1048576} \quad (10)$$

$$xMbit\text{porsegundo} = x * 0.0000000424$$

La expresión (10) permite conocer el comportamiento histórico de los clientes, cuándo y cuánto consume usando la medida de Megabits por segundo, que es la medida utilizada para comercializar servicios de transmisión de datos. A continuación, se procedió a realizar el mismo tratamiento por cada uno de los diez usuarios y el enlace de subida.

Una vez completada la BD-00 se procedió a generar otra base de datos que indique el porcentaje de utilización de cada circuito, el cual se obtiene al dividir los valores observados en BD-00 entre la velocidad de transferencia contratado por cada cliente y en el caso del enlace principal conforme a la capacidad límite de este, esta segunda base resultante se denominó Base de datos porcentual 01 (BD01), con la cual se generaron gráficas de dispersión y frecuencia (histogramas) para cada cliente.

Las gráficas de dispersión compararon las velocidades de transmisión observadas en un instante en el circuito del usuario contra la velocidad de transmisión en el mismo instante reportado en el enlace de alimentación o enlace principal de acceso a internet del proveedor de servicios, en el caso de los histogramas se eliminarán

las observaciones donde el porcentaje de utilización sea cero, por no aportar valor a la descripción de la utilización del circuito y generar una gráfica distorsionada de la utilización observada.

5.5 Estadísticas

Se procesó la base de datos porcentual numero 01 (BDP01). Se produjeron nuevas columnas en esta base de datos conforme a las siguientes funciones de Excel (11-14). Para los usuarios que generó la columna Eu n definida como enlace usuario (donde n representa el identificador del usuario).

$$Eun > 80 = IF(Rx1 < 80\%, 0, Rx1), \quad (11)$$

$$Eun < 80 = IF(Rx1 > 80\%, 0, Rx1), \quad (12)$$

$$Eun < 15 = IF(Rx1 > 15\%, 0, Rx1), \quad (13)$$

$$Eun 15-80 = IF(Rx1 < 15\%, 0, Eu1 < 80), \quad (14)$$

Y las siguientes funciones para el enlace principal de subida de datos (15 a 18)

$$Eup > 80 = IF(Rx11 < 80\%, 0, Rx11), \quad (15)$$

$$Eup > 60 = IF(Rx11 < 60\%, 0, Rx11), \quad (16)$$

$$Eup < 60 = IF(Rx11 > 60\%, 0, Rx11), \quad (17)$$

$$Eup 60-80 = IF(Rx11 > 80\%, 0, Eu11 > 60), \quad (18)$$

El motivo de generar nuevas columnas en la base de datos obedece a la necesidad de identificar cuantitativamente las observaciones de cada una de las regiones en una gráfica de dispersión. Y asignar la probabilidad de las observaciones en cada una de las regiones.

Las observaciones resultantes de los productos diferentes de cero resultantes de cada sección serán utilizadas como un indicador de que tan probable es que el cliente necesite el siguiente nivel superior del servicio ofrecido por el proveedor, y

que tan conveniente era por parte del proveedor invitar a que consuma el siguiente nivel de servicio.

En la figura 20 se presenta una gráfica de dispersión en la que se presentan diferentes zonas que representan la coincidencia de actividad del enlace principal ubicado en el eje X en relación con un enlace de un usuario representado en el eje de Y.

Cada una de las zonas representa una situación particular de la cual se puede expresar una probabilidad de ocurrencia si se cuantifica las observaciones obtenidas en cada zona en una gráfica de dispersión, a continuación, se define matemáticamente cada área en expresiones porcentuales para cada zona en el diagrama de dispersión.

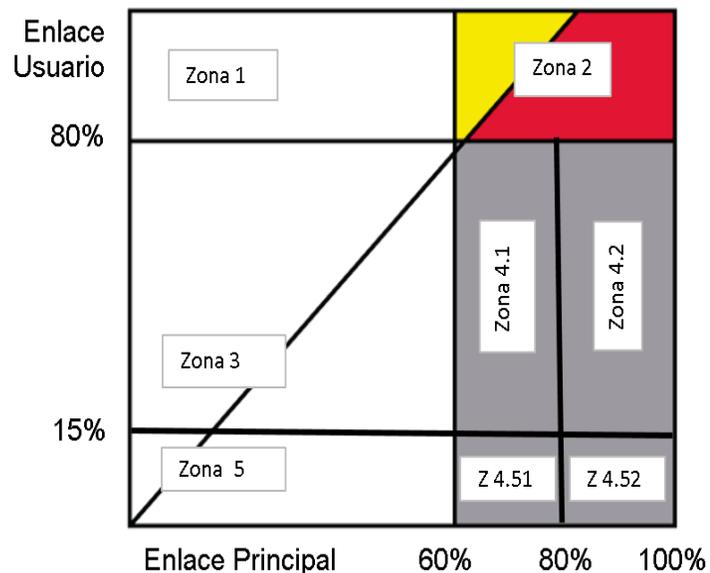


Figura 19. Gráfica de dispersión y zonas estratégicas.

Cuadro 3. Condiciones definidas en el gráfico de dispersión.

Numero de zona	Límites que cumplir
Zona 1	enlace usuario >80% y enlace principal <60%
Zona 2	enlace usuario >80% y enlace principal >60%
Zona 3	enlace usuario >15% hasta <80% y enlace principal <60%
Zona 4.1	enlace usuario >15% hasta <80% y enlace principal >60% hasta <80%
Zona 4.2	enlace usuario >15% hasta <80% y enlace principal >80%
Zona 4.51	enlace usuario <15% y enlace principal >60% hasta <80%
Zona 4.52	enlace usuario <15% y enlace principal >80%
Zona 5	enlace usuario <15% y enlace principal <60%

A continuación, se enlistan las estrategias discutidas por el departamento de ingeniería en caso de encontrar observaciones en cada una de las zonas.

Zona 1 Mejorar utilidad obtenida por el cliente, vender el siguiente nivel de categoría de producto, es decir hacer el ofrecimiento al cliente se aumentar el límite de velocidad de internet contratado.

Zona 2 Invertir en infraestructura, la capacidad instalada es deficiente y no esta empatada con las necesidades de los clientes.

Zona 3 Operación esperada, operación regular sin incidencias ni sobresaltos.

Zona 4.1 Operación en alerta, operación regular, y es necesario planear el aumento de la capacidad de los enlaces de subida que soportan la infraestructura.

Zona 4.2 Operación en peligro, enlace principal tiene mucha carga y el usuario pudiera percibir degradación de su servicio.

Zona 4.51 Alerta aparente, enlace principal presenta carga moderada a alta, y el enlace del usuario presenta tráfico esporádicamente.

Zona 4.52 Peligro aparente, enlace principal presenta carga muy alta, y el enlace del usuario presenta tráfico muy esporádicamente.

Zona 5 Despreciable, enlace principal presenta baja, y el enlace del usuario presenta tráfico muy esporádicamente.

Cuadro 4. Estrategias definidas de acuerdo con el gráfico de dispersión.

Numero de zona	Estrategias propuestas por el departamento de ingeniería
Zona 1	Mejorar utilidad - Producto de la serie de ecuaciones (11) y (17)
Zona 2	Invertir en infraestructura - Producto de la serie de ecuaciones (11) y (16)
Zona 3	Operación esperada - Producto de la serie de ecuaciones (14) y (17)
Zona 4.1	Operación en alerta - Producto de la serie de ecuaciones (14) y (18)
Zona 4.2	Operación en peligro - Producto de la serie de ecuaciones (14) y (15)
Zona 4.51	Alerta aparente - Producto de la serie de ecuaciones (14) y (18)
Zona 4.52	Peligro aparente - Producto de la serie de ecuaciones (14) y (15)
Zona 5	Despreciable - Producto de la serie de ecuaciones (13) y (17)

El indicador será la cantidad de veces que el producto de dada la combinación de series de datos descritas en cada una de las zonas, serán un indicador de que tan conveniente es ofrecer el siguiente nivel de velocidad en el servicio contratado actualmente por el cliente al igual de que tan deseable es por parte del proveedor invitar a que consuma el siguiente nivel de servicio.

Este paso es muy importante ya que tiene la finalidad de generar el respaldo estadístico para luego tomar decisiones en una tabla de valor monetario esperado que incluya la probabilidad de cada una de las opciones descritas en el árbol.

5.6 Producto estadístico

Se realizó una tabla que contenga la frecuencia de observaciones en cada una de las áreas descritas en la figura 20, la cual expone la probabilidad en cada una de las áreas para luego inferir el valor monetario esperado para cada uno de los clientes.

Esta tabla ayudó a generar una segunda gráfica que defina el valor monetario esperado para cada uno de los clientes que utilice las relaciones de las observaciones en función de probabilidades de que suceda un evento u otro y por último se realizara el cálculo de cuál es el valor esperado como cliente dada cada una de las condiciones.

Y como paso final se tabulan los resultados de cuánto vale cada cliente de acuerdo con el rango de servicio que ha adquirido comprando con el rango de servicio que el cliente está demandando.

VI. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

6.1 Resultados obtenidos

Esta propuesta pretendió contribuir a definir una herramienta de soporte para un proveedor de servicios de conectividad de internet que ayudase en la fase de selección de usuarios potenciales para aprovechar y comercializar más eficientemente su capacidad ociosa en la red.

Esta solución se basó en el análisis de las series de tiempo que resultaron del monitoreo del volumen de consumo expresado en bytes por segundo de un grupo de diez clientes. Adicionalmente se generaron gráficas de histogramas y de dispersión entre los enlaces principal y los enlaces de usuario que coadyuvaron a discriminar visualmente los clientes potenciales de recibir una oferta de incremento de ancho de banda de su servicio.

Se incorporó un modelo cuantitativo que estableció la probabilidad y el valor monetario estimado para cada uno de los clientes monitoreados y se construyó una tabla que comparó los beneficios obtenidos en caso de que los candidatos acepten tomar la oferta.

A continuación, se presentan dos gráficas de dispersión que incluyen líneas horizontales. La primera línea horizontal resalta la banda del 15% de utilización del circuito de usuario y un poco más arriba una segunda línea horizontal indica el 80% del circuito de usuario, por otro lado, la primera línea vertical de izquierda a derecha que indica el 60% de utilización del circuito principal y por último la segunda línea vertical que está más a la derecha de la gráfica indica el 80% de utilización del circuito principal.

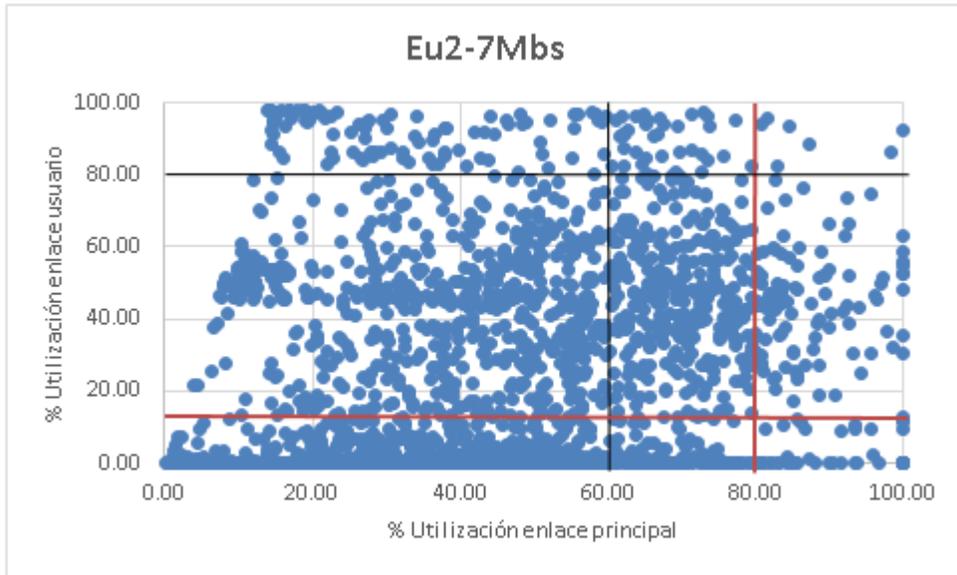


Figura 20. Gráfica de dispersión enlace usuario 2- 7Mbs.

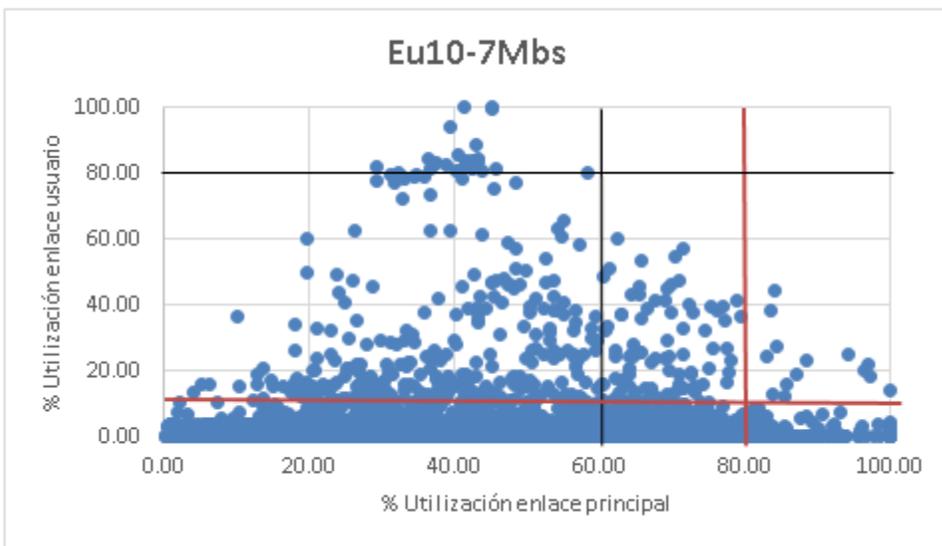


Figura 21. Gráfica de dispersión enlace usuario 10- 7Mbs.

Estas figuras dan un aporte visual con respecto a la utilización del circuito principal que las gráficas de series de tiempo que se utilizan series temporales y ven de forma aislada los circuitos de cada cliente sin ver cuál es la comparación de la demanda agregada en el enlace principal de alimentación.

A continuación, también se presentan los histogramas obtenidos para los mismos dos clientes, en este caso se removieron de la gráfica las observaciones en ceros,

para representar la demanda del circuito cuando realmente es utilizado, y no durante la vida de la contratación del servicio cuando no hay usuarios demandando el servicio.

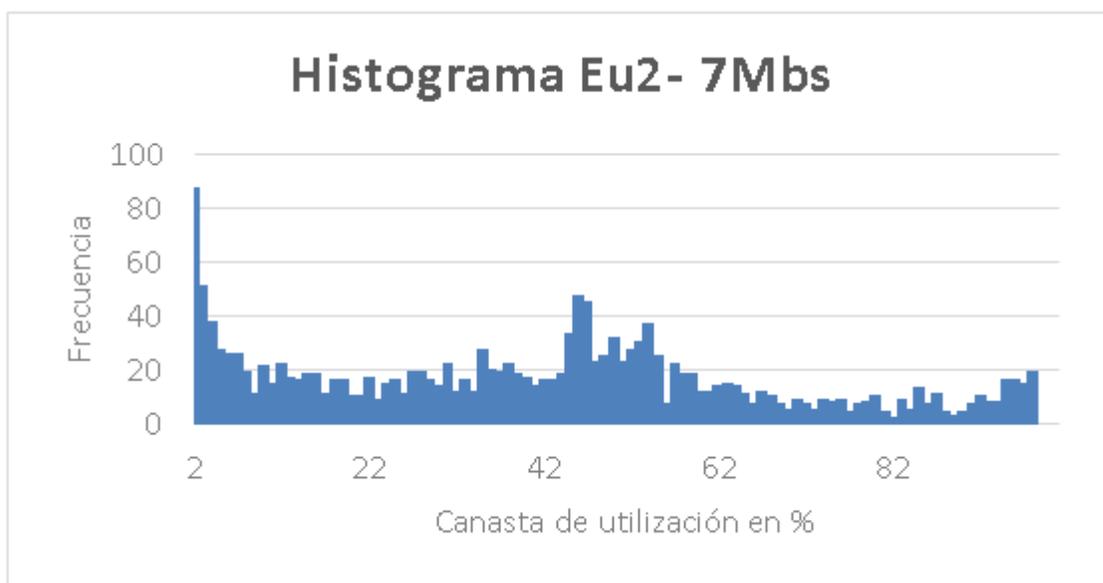


Figura 22. Histograma enlace usuario 2- 7Mbs.

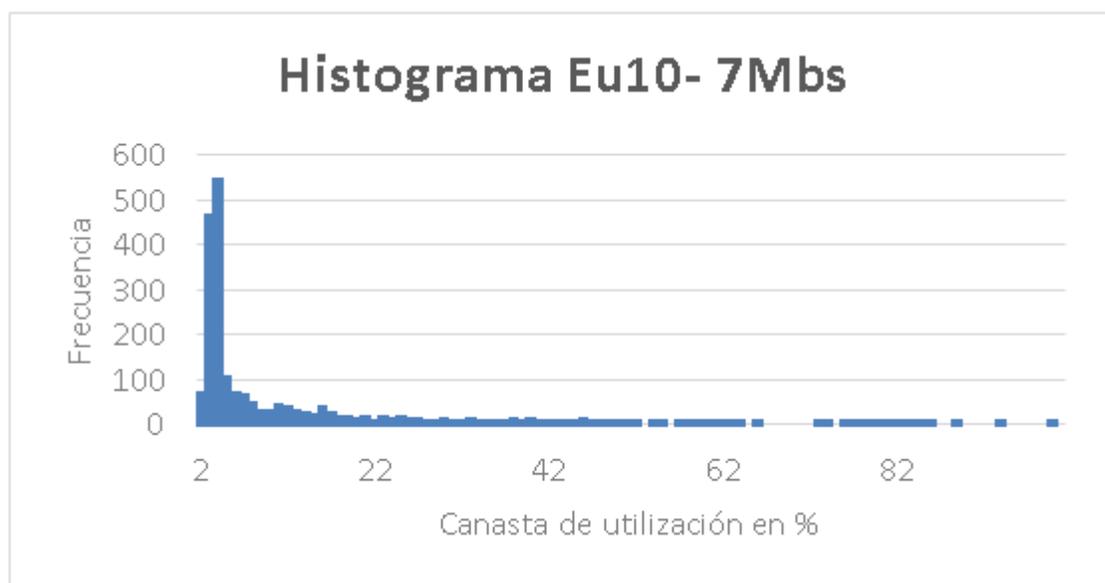


Figura 23. Histograma enlace usuario 10- 7Mbs.

Como lo mostraron las cuatro gráficas anteriores los dos clientes presentaron comportamientos muy diferentes, aunque tenían contratados los mismos servicios y pagaban la misma cantidad de pesos como renta mensual, de igual forma las

gráficas de dispersión muestran los efectos de la demanda de cada uno no corresponden al pago que se realiza por el servicio.

Se pudo apreciar que la función de distribución de probabilidad es mucho muy alta para los valores bajos de utilización, no se hicieron los análisis descriptivos de ajuste en alguna de las distribuciones, llámense Weibull o Poisson ya que la nulidad de las pruebas, curtosis o asimetría de las series no aportaron valor a la toma de decisiones de este trabajo.

A continuación, se muestra el cuadro cinco que recogió el porcentaje de observaciones paramétricas en cada una de las zonas en el diagrama de dispersión, con la que podemos inferir el comportamiento de los usuarios con respecto a la demanda agregada.

Cuadro 5. Porcentaje de observaciones en diagrama de dispersión.

Enlace de usuario	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4.1	Zona 4.2	Zona 4.51	Zona 4.52
EU1	0.0494	0.0000	0.0617	0.0590	0.0041	0.6173	0.2085
EU2	0.0751	0.0053	0.4613	0.2276	0.0751	0.1184	0.0372
EU3	0.0000	0.0029	0.0611	0.1077	0.0408	0.6055	0.1820
EU4	0.0092	0.0000	0.2428	0.1225	0.0462	0.4462	0.1329
EU5	0.0000	0.0000	0.0122	0.0259	0.0000	0.7256	0.2363
EU6	0.0052	0.0000	0.1598	0.0412	0.0155	0.5941	0.1843
EU7	0.1013	0.0000	0.3975	0.1199	0.0418	0.2614	0.0781
EU8	0.0000	0.0000	0.2856	0.0673	0.0143	0.4763	0.1566
EU9	0.0000	0.0000	0.2126	0.0838	0.0304	0.5152	0.1580
EU10	0.0260	0.0000	0.2421	0.0758	0.0124	0.4808	0.1629

El cuadro seis se compone de tres grandes secciones, que determinan la probabilidad de cada una de las probables alternativas, la primera gran sección se refiere a que el cliente se quede con el actual servicio, en la segunda sección que el cliente necesite contratar a la siguiente tarifa de servicio por mayor demanda y por último que el cliente se vaya y cancele el actual servicio por deficiencias en la infraestructura.

En el primer grupo se definen tres columnas, la primera columna define el tipo de servicio y el precio que se paga por él, en el caso del usuario uno, tenía un plan de datos de cinco Mbps y pagaba 250 pesos de renta mensual.

En la siguiente celda a la derecha se encuentra el resultado de sumar las probabilidades agregadas de la zona tres, 4.1, 4.51 que definió el comportamiento del usuario cuando se considera que estaba conforme con su servicio y no requiera incrementar la velocidad de su servicio $0.0617 + 0.0590 + 0.6173 = 0.7380$ y se multiplico por el precio que se pagaba por ese servicio 250, resultado 184.50 valor que se colocó en la columna de valor esperado en ese grupo de columnas.

Para el siguiente grupo de tres columnas, que se denominó como *incrementar el plan* la primera columna define el tipo de servicio y el precio del siguiente nivel, que era de siete Mbps y se pagaba 300 pesos de renta mensual, en la siguiente columna recogió la probabilidad de observación en la zona uno que correspondía al usuario uno y se colocó el valor 0.0494 que multiplicado por 300 da un valor de 14.81.

Y para el último grupo de tres columnas, que se denominó como *se va*, como la primera columna define el tipo de servicio y el precio que se paga por el actual servicio, en este caso cinco Mbps, por tanto se perderían 250 pesos de renta mensual, si el usuario deja de pagar el servicio, en la siguiente columna recogió la suma de probabilidad de observación en la zona dos y 4.2 que correspondía al usuario uno y se colocó el valor de 0.000 que multiplicado por 250 da un valor de cero.

En el caso de obtener alguna observación el producto se anota en forma negativa, para representar adecuadamente la pérdida de ese ingreso, debido a la probabilidad de tener un cliente quejoso del desempeño del servicio prestado.

En la penúltima columna de la tabla tres se colocó el $E[x]$ que es el valor total esperado por cada cliente. Que resultó de sumar todos los valores esperados de cada cliente en los tres grupos de columnas, dando un 199.31 para el usuario uno.

Es importante definir la estrategia que sigue la empresa para gestionar sus utilidades, ya que una vista miope de la propuesta de valor y las capacidades esenciales que tiene el negocio podrían degenerar el valor presente que el cliente representa para el mismo negocio.

En otras palabras, cuando se sumó toda la columna $E[x]$ se obtuvo una cifra de 2471.11, que correspondería a lo que todos los clientes consumieron y en conjunto debieron haber pagado por el uso de su servicio, pero como se buscó maximizar las utilidades se escogió la siguiente estrategia.

Al cliente que no use el servicio no se le cobra menos, como sucede con el usuario cinco, y si las observaciones en la zona 4.2 representan más del 50% de las observaciones en zona uno el usuario no podrá incrementar su plan de velocidad al siguiente nivel, ya que representa un riesgo para la operación del servicio se brinda a la comunidad de clientes.

A diferencia de como lo fue el caso de los clientes dos, tres, cuatro y seis, en cambio a los clientes a los que se les pudiera brindar una oferta para incrementar su servicio a una mayor velocidad son los usuarios uno, siete y 10.

Al sumar los valores de venta de servicios obtenidos de aplicar la heurística del párrafo anterior se obtuvo la cifra de ventas totales resultado de la suma de todos los valores de la última columna de la tabla dos por un monto de \$3250 ventas

totales esperadas, que representó un resultado de incremento en ventas de 8.33% comparado con las ventas reportadas antes del inicio del estudio y anotadas en la primera columna que totalizaron un monto de \$3000.

Cuadro 6. Valor monetario esperado.

Enlace de usuario	Se queda			Incrementa Plan (\$+)			Se va (\$-)			E[X]	Venta
	Actual plan/	Probabilidad de quedarse	Valor esperad	Siguiente plan/precio	Probabilidad de aumentar	Valor esperado	Actual plan/	Probabilidad de irse	Valor esperado		
EU1	5/250	0.7380	184.50	7/300	0.0494	14.81	5/250	0.0000	0.00	199.31	300
EU2	7/300	0.8073	242.19	10/350	0.0751	26.29	7/300	0.0053	(-1.59)	266.88	300
EU3	5/250	0.7744	193.60	7/300	0.0000	0.00	5/250	0.0437	(-10.92)	182.68	250
EU4	10/350	0.8116	284.05	15/500	0.0092	4.62	10/350	0.0000	0.00	288.67	350
EU5	7/300	0.7637	229.12	10/350	0.0000	0.00	7/300	0.0000	0.00	229.12	300
EU6	10/350	0.7951	278.29	15/500	0.0052	2.58	10/350	0.0000	0.00	280.86	350
EU7	10/350	0.7788	272.58	15/500	0.1013	50.66	10/350	0.0000	0.00	323.24	500
EU8	7/300	0.8291	248.73	10/350	0.0000	0.00	7/300	0.0000	0.00	248.73	300
EU9	5/250	0.8117	202.92	7/300	0.0000	0.00	5/250	0.0000	0.00	202.92	250
EU10	7/300	0.7986	239.59	10/350	0.0260	9.11	7/300	0.0000	0.00	248.70	350
Ventas			\$3,000							\$2,471.11	\$3,250

6.2 Discusión

La práctica de gestión de utilidades se ha esparcido más allá de las industrias de transporte y hospitalidad, incluyendo la renta de autos, líneas de cruceros, ferrocarriles, energía e incluso compañías de medios masivos como la radio difusión, televisión y revistas.

Los beneficios de la gestión de utilidades han sido ampliamente documentadas, y mencionan mejoras de utilidades que van del 2 al 8% sobre los controles manuales donde no se aplica la gestión de utilidades (Talluri, 2004).

La gestión de utilidades basada en la capacidad es la ciencia de estimar cuanta capacidad reservar para los clientes que llegaran después y se les cobrará un precio mayor por el mismo servicio, una práctica común en la industria aeronáutica. Pero estas mismas técnicas no pueden ser trasladadas a los servicios de comunicaciones, dadas dos características que limitan su aplicación.

Una de estas limitaciones es la sobre suscripción y la otra es la calendarización de uso de servicio, la primera se refiere a la naturaleza de ser un servicio compartido y está sujeto a la canibalización de la infraestructura compartida en la red y la calendarización se refiere a las características que describen el horario de uso de acuerdo con el estilo de vida y de consumo de cada uno de los usuarios que pertenece a la red.

El tráfico que se produce al reproducir archivos de video ha sido fundamental en el incremento de los servicios de internet, así lo indica el reporte de movilidad publicado por Ericsson (2018), donde menciona que el crecimiento de consumo global de internet en figuras del 79% año con año y el 17% cuarto con cuarto.

Aunque dar mantenimiento y soporte a las redes de datos es un reto de ingeniería, la presión que ejercen los usuarios al exigir una mayor disponibilidad y velocidad es un motivo mayor para incrementar la eficiencia de recursos en una red compartida, esta presión urge a los proveedores de servicios a estar ideando estrategias de crecimiento en su infraestructura, como lo son colocar nuevos enlaces o utilizar nuevas tecnologías de compresión de datos que ayuden a incrementar el ancho de banda ofrecido a los clientes.

Nuestra opinión es que las innovaciones no debieran venir únicamente del departamento de ingeniería, como fruto de la observación tecnológica, sino también del departamento de gestión de operaciones, al implementar sistemas de gestión que ayuden a monitorear el comportamiento de los clientes y adecuar las estrategias necesarias para ofertar correctamente los servicios a los clientes adecuados a través de los canales adecuados.

El modelo descrito en este trabajo realiza un análisis del consumo de ancho de banda en un público objetivo, las figuras 20 y 21 ilustran ejemplos visuales donde un cliente se considera como valioso y otro como abusivo, al cuantificar los registros de observaciones que corresponden a la zona 1 y la zona 2 de sus diagramas de dispersión respectivos durante el periodo de observación de 30 días.

El valor estimado monetario fue calculado a partir del análisis de las gráficas de dispersión basadas en series de tiempo obtenidas con lecturas realizadas usando el protocolo SNMP.

Al analizar los resultados registrados en el cuadro seis, se encontró la viabilidad de incrementar las ventas en un 8.33%, si los esfuerzos de venta son centrados en los clientes número uno, siete y diez, que se consideran de alto valor, ya que en el análisis bivalente de dispersión de la zona 1 presentan observaciones superiores al 0.0100 y no se registraron observaciones en la región número 2.

La segunda condición, el no registrar observaciones en la región número 2 es muy importante que se cumpla para evitar ofertar un plan de mayor consumo a un cliente que canibalice el ancho de banda del circuito que alimenta la zona de servicio.

Al comparar estos resultados de incremento de ventas, concuerdan con las figuras porcentuales publicadas por Phillips (2005), Bodea & Ferguson (2014) en las que indican que de hacer correctamente la gestión de utilidades se puede incrementar la cantidad que se percibe por ventas desde un 1 al 8% de incremento con respecto al valor inicial antes de poner en práctica las actividades de gestión de utilidades.

El modelo heurístico propuesto ayuda a caracterizar la utilización del ancho de banda en la infraestructura de un proveedor de internet inalámbrico.

La predicción de utilización de ancho de banda se ha convertido en una actividad muy importante para planear y diseñar una red de datos de cómputo y a través de los diferentes estudios denotaron que caracterizar el tráfico de red es muy compleja en su naturaleza.

La innovación del modelo propuesto es el uso de una gráfica de dispersión bivariante, la cual demuestra que puede ser usada para caracterizar el uso futuro del ancho de banda del tráfico de red.

En futuros trabajos, se propone automatizar los análisis con R estudio y la creación de una rutina que genere reportes por correo electrónico para que sean que sean revisados en las juntas de S&OP para la planeación de actividades de la empresa.

Por su parte Ntlangu & Baghai-Wadji (2017), han hecho hincapié en que el modelado predictivo del tráfico de una red de datos era un problema notoriamente difícil de resolver, dado a la constante y creciente complejidad de su naturaleza, así como de los diferentes motivos en que la red puede ser excitada por la actividad de sus usuarios.

También mencionaron que hay numerosas técnicas que guardaban promesas al dirigirse a las necesidades particulares del modelado de tráfico en el dominio del internet de las cosas, y encontraron en la literatura un esfuerzo por consolidar y mejorar esas técnicas que puedan proveer herramientas que ayuden a mejorar la gestión y asegurar las redes del internet de las cosas de ataques cibernéticos.

Durante el período de estudio del presente trabajo se realizaron esfuerzos para identificar un modelo de análisis de series de tiempo, que pudieran pronosticar el comportamiento del consumo de los usuarios para una ventana de un mes.

Con el apoyo de las herramientas computacionales de análisis, provenientes de librerías de RStudio se intentaron métodos autorregresivos (AR), promedios móviles(MA), autorregresivos con promedios móviles (ARIMA) descritos matemáticamente en el trabajo de Ntlangu & Baghai-Wadji (2017), e incluso se intentaron las descomposiciones automatizadas y series de Fourier, los guiones se describieron en el lenguaje R y están anotadas en el apéndice A de este trabajo.

Todas ellas sin lograr poder predecir ventanas mayores a 10 observaciones ya que después de esas observaciones los pronósticos de consumo tendieron a cero, y su utilidad era nula por solo presentar algunos resultados en los próximos 30 minutos, cuando la intención es poder identificar un patrón futuro a 30, 60, o 90 días.

Una situación similar resultó del estudio publicado por Bayati, Nguyen, & Cheriet (2018) que demostraron un algoritmo que predijo con índices menores a 0.5, pronósticos de lapso de 10 pasos de 30 segundos cuando se comparó con pronósticos tradicionales como ARIMA, FARIMA, y redes neuronales recurrentes, el índice de comparación utilizado fue NMSE (por sus siglas en ingles Error cuadrático medio normalizado).

Los trabajos de Bayati et al. (2018); Ntlangu & Baghai-Wadji (2017); You et al. (2017); Confirmaron que, el tráfico de redes marcó una alta variabilidad a ciertas escalas mientras también muestra altos valores de correlación sobre escalas de tiempo largas, las series de tiempo de sus investigaciones intentaron describir el proceso como la combinación lineal de observaciones en consumos anteriores e innovaciones aleatorias por parte de los proveedores de internet y sus usuarios.

Basándonos en esos dos estudios se infiere que podríamos utilizar una herramienta que fuera bivariante, dado que los anteriores estudios no hacen referencia a esta técnica como opción al analizar y pronosticar el tráfico de la red.

En el trabajo de. You et al. (2017); se presentó una curva que indicaba los errores de los pronósticos de consumo con respecto al el tiempo en donde el error absoluto relativo fue bajo para las predicciones futuras a 40 horas, pero que después de 48 horas el error se incrementaba, lo cual impedía a ese modelo ser usado para predecir ventanas superiores a 2 días.

Los autores expresan que ese modelo tiene una importante limitación por el requerimiento de actualizarse después de 40 horas en cada nodo, cabe aclarar que su trabajo incluyo' observaciones de predicción hasta por 190 horas que equivale a un periodo de casi ocho días.

Es importante mencionar que su set de datos incluía observaciones del desempeño un mes de tráfico en cuatro proveedores de conectividad a internet accediendo los servicios de dos proveedores de contenido de video.

Una característica que estos trabajos identifican a dos grandes rubros de estudio de tráfico de la red, el primero es el análisis del tráfico de la red que se caracteriza por buscar minuciosamente el interior o el contenido de cada paquete de datos transmitido en la red analizada, con la finalidad de encontrar virus, ataques de

denegación de servicio o clasificación de estos paquetes dependiendo de su contenido puedan recibir preferencia al ser enviados en la red.

El otro rubro de estudio distingue el pronóstico del volumen de tráfico de la red, y se agrupan dos grandes finalidades o propósitos una que es la de detectar anomalías de tráfico, que dieran indicio a ataques informáticos, o realizar pronósticos acertados que permitan reaccionar de forma automatizada a las posibles fallas que pueda presentar la red y utilizar esta información para que los sistemas tomen en tiempo real decisiones preconfiguradas.

Siguiendo estos dos grandes rubros de análisis se considera que el presente trabajo se ajusta a las descripciones del segundo rubro, como pronóstico del tráfico de la red por volumen, pero dista de los propósitos comunes que podríamos generalizar como la gestión y la seguridad de la red, porque la finalidad de este estudio es continuar con la explotación de forma óptima de la infraestructura instalada de proveedor.

También cabe aclarar que los trabajos mencionados en este capítulo anteriores al presente trabajo solo se han limitado al análisis de fenómenos univariantes, en contraste con el trabajo que se presenta donde se utilizaron dos señales, es decir un análisis bivariante, del volumen de tráfico de red, el volumen de cada enlace de un grupo de diez usuarios correlacionándolo con el enlace principal que da servicio a todos los abonados de la zona.

En el presente trabajo se aplicó un análisis de los volúmenes de datos de consumo de internet en usuarios de la infraestructura de un proveedor de internet inalámbrico, por medio de generación de una base de datos obtenida de un caminado de datos y explorando los a través de una heurística definida por la compañía dueña de la infraestructura que presta el servicio, con la finalidad de obtener utilidades a través de la venta de productos que ofrezcan beneficios a los usuarios que no impacten la experiencia de otros usuarios en los horarios de mayor demanda de tráfico.

Se utilizó una metodología general que usa en ciencia de datos y que describen tanto Van Der Loo (2018), como Rohrer (2016), se definieron estrategias para cada una de las zonas de trabajo y se calcularon las probabilidades de acuerdo con las observaciones registradas durante un mes, se realizaron tablas de valor monetario esperados y después se demostró la viabilidad de ofrecer nuevos productos a una muestra de clientes con el propósito de incrementar las ventas.

Este documento ofrece el soporte estadístico que demuestra la posibilidad de un incremento en ventas de 8.33% si el departamento de ventas logra colocar efectivamente los nuevos productos a los clientes uno, siete y diez en este caso particular.

En este trabajo se han mencionado los diferentes métodos de asignación de precios utilizados por diferentes proveedores de servicios, ninguno de ellos hace uso de las técnicas de gestión de utilidades al optimizar la capacidad de los circuitos de la infraestructura instalada, o analizar el comportamiento futuro de los usuarios, lo cual apunta una razón más para identificar un modelo de análisis de series de tiempo que pronostiquen el desempeño de las redes de telecomunicaciones, lo cual constata la originalidad del método propuesto en este estudio.

6.3 Recomendaciones

En el caso del proveedor de red inalámbrico es recomendable que se invierta en infraestructura de monitoreo, por ser vital al momento de realizar las gestiones de pronósticos de crecimiento, así como atención y solución de fallas.

Realizar este mismo ejercicio con los otros tres enlaces y monitoreando a todos los usuarios, de manera que se tenga una visión holística de la operación en tiempo real e histórico en 30 días.

Apoyarse en la automatización de los análisis utilizar la herramienta de análisis R estudio para facilitar la limpieza del set de datos, en un segundo acercamiento se podría usar una computadora que mande el set de datos crudos semanalmente a otra computadora que los analice y genere un reporte semanal del comportamiento de cada circuito de subida y sus abonados.

El reporte semanal se podría analizar en una junta S&OP para que junto con el departamento de ventas tengan una estrategia que les permita maximizar los esfuerzos de planeación y despliegue de infraestructura futuros.

6.4 Conclusiones

El método heurístico utilizado en este trabajo permitió identificar a los usuarios que demandan un ancho de banda mayor en su servicio en las ventanas de tiempo en las que la red del proveedor de internet tiene capacidad ociosa, y que al otorgar ese incremento no se interfiere con la demanda que los demás usuarios hacen sobre la infraestructura.

ANEXO 1

A continuación, se adjuntan los guiones de la rutina utilizada en R studio para realizar las descomposiciones de Fourier y los pronósticos de series de tiempo ARIMA, los cuales no forman parte del método descrito en el trabajo, se adjuntan esperando que sean de utilidad para otros estudios en el que las series de tiempo sean de menor frecuencia. No se utilizó ninguna subrutina o paquete propietario, Las subrutinas automatizadas descritas en este guion están documentadas en las páginas de repositorio de R studio.

https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_name.html

```
library(xts)      #lectura de archivos
library(lubridate) # fechas
library(hms)     # horas minutos segundos
library(tidyverse) # manipulación de datos. y tablas.
library(dplyr)   # manipulación de datos.
library(ggplot2) # graficas.
library(gridExtra) # poner varias graficas en una impresión.
library(forecast) # pronósticos
library(tseries) # series de tiempo.

usoint = read.csv( #nombre de archivo en memoria ejecutado
  'mycron.csv') #nombre de archivo en disco

#uso de POSIXlt para hacer análisis de series de tiempo.

fecha.uso.int <- as.POSIXlt(usoint$Timestamp,format="%m/%d/%Y %H:%M")
usoint <- data.frame(date = index(fecha.uso.int), usoint, row.names = NULL)

usoint$Date <- as.Date(usoint$Timestamp) # cambiarlos como fecha
```

```

usoint$Time <-format(as.POSIXct(strptime(usoint$Timestamp, "%Y-%m-%d
%H:%M", tz="")), format = "%H:%M") # obtener el tiempo
usoint$Time <-factor(usoint$Time) # factor para poner niveles en las horas
#registradas.
usoint$DOW <- weekdays.POSIXt(as.Date(usoint$Date)) # día de la semana.
usoint$DOW <-factor(usoint$DOW)

# confirmación de estructura del set de datos inicial.
summary(usoint)
head(usoint)
str(usoint)

# Generación de segunda variable para restar y obtener consumo o gasto

usoint['Rx1.5b'] <- c(NA, head(usoint['Rx1.5'], dim(usoint)[1] - 1)[[1]])
# Generación de segunda variable desplazada un renglón para restar y obtener
# consumo o gasto
usoint['Rx11.50b'] <- c(NA, head(usoint['Rx11.50'], dim(usoint)[1] - 1)[[1]])

usoint <- mutate(usoint, Rx1.5d = Rx1.5 - Rx1.5b) # generar otra columna para
# obtener el consumo en bytes
usoint <- mutate(usoint, Rx11.50d = Rx11.50 - Rx11.50b)

# Limpiar cuando encuentre un negativo. y convertir de Bytes cada 3 minutos a
# KBites por segundo.
# La primera condición es que si la diferencia es menor a 1 significa que el contador
# se ha volcado. Dos elevado a la 32ava potencia es igual a 4294967296
# 0.0000000424 es el escalar que se utiliza para normalizar a Megabits por segundo
# de Bytes por cada 3 minutos.

usoint <- mutate(usoint,

```

```

Rx1.5d = ifelse(Rx1.5d < -1,
               ((4294967296 - Rx1.5b) + Rx1.5)*0.0000000424,
               Rx1.5d*0.0000000424)
usoint <- mutate(usoint,
                 Rx11.50d = ifelse(Rx11.50d < -1,
                                   ((4294967296 - Rx11.50b) + Rx11.50)*0.0000000424,
                                   Rx11.50d*0.0000000424))

# Convertir a porcentaje de utilización de acuerdo con plan de cada cliente.
usoint <- mutate(usoint, Rx1b = (Rx1.5d/5))
usoint <- mutate(usoint, Rx10b = (Rx10.7d/7))
usoint <- mutate(usoint, Rx11b = (Rx11.50d/50))

# Más limpieza porque a veces los usuarios resetean el router o desconectan la
# antena y hay mediciones que van de una lectura de 2 megas/seg a los 10 megas
# por segundos y eso es el resultado de que al monitor haya perdido conectividad
# con el router, guardando valores en ceros. y luego al regresar regresa el ultimo
# valor del contador sin haberse reiniciado.

usoint <- mutate(usoint, Rx1b = ifelse(Rx1b < -0.00001, 0,
                                       ifelse(Rx1b > 1, 0, Rx1b)))
usoint <- mutate(usoint, Rx11b = ifelse(Rx10b < -0.00001, 0,
                                       ifelse(Rx11b > 1.10, 0, Rx11b)))

# Ancho de banda de circuito puede ser mayor por cambio de antena
# generar los cortes que definen las zonas en diagrama de dispersión.

usoint <- mutate(usoint, band1 = cut(usoint$Rx1b, c(-1, 0.15, 0.80, 1)))
usoint <- mutate(usoint, band11 = cut(usoint$Rx11b, c(-1, 0.60, 0.80, 1.1)))

# Graficas de dispersión
sp1 <- ggplot(usoint, aes(x=Rx11b , y=Rx1b)) + geom_point() +

```

```

  geom_hline(yintercept = 0.15, color = "red") + geom_hline(yintercept = 0.80, color
= "black") +
  geom_vline(xintercept = 0.60, color = "black") + geom_vline(xintercept = 0.80,
color = "red")

```

```

# Se colocan todas las gráficas juntas en una pantalla para su comparación rápida
grid.arrange(sp1,sp2,sp3,sp4,sp5,sp6,sp7,sp8,sp9,sp10, ncol= 2)

```

```

# Histogramas de cada circuito, eliminando las observaciones en cero, porque hay
# muchas, cerca del 90% es observación cercana al cero
# el ancho de la canasta es de un 2.5 %, y las etiquetas están colocadas cada 10
# para facilitar la lectura. Se coloca el límite de Y en 600 observaciones, para
# normalizar el monitoreo de todos los clientes.

```

```

hp1 <- qplot(data=usoint , x=Rx1b, xlab="Eu1", ylab="Frecuencia",
  binwidth=0.025, color=l('black'), fill=l('#5760AB')) +
  scale_x_continuous(limits=c(0.005, 0.999), breaks = seq(0.00, 1.00, 0.1))+
  ylim(0, 600)

```

```

hp11 <- qplot(data=usoint , x=Rx11b, xlab="EP11", ylab="Frecuencia",
  binwidth=0.025, color=l('black'), fill=l('#5760AB')) +
  scale_x_continuous(limits=c(0.005, 0.999), breaks = seq(0.00, 1.00, 0.1))+
  ylim(0, 600)

```

```

grid.arrange(hp1,hp2,hp3,hp4,hp5,hp6,hp7,hp8,hp9,hp10,hp11, ncol= 2)

```

```

# Descomposición automática que ayude a identificar si los usuarios tienen alguna
# tendencia o estacionalidad por día.
# el 480 proviene de la cantidad de observaciones en el día de 24 hrs * 20, que son
# las observaciones que se hacen durante una hora

```

```
# cuando la frecuencia de muestreo es tres por minuto.
```

```
TSA1.ts = ts(usoint$Rx1b,frequency = 480) # Start = c(1, 1) End = c(10, 16)  
Frequency = 480
```

```
TSAcompo1 <- decompose (TSA1.ts, type = c ("additive"))  
# Descomposición automática aditiva basada en series de Fourier, elegimos la  
# opción aditiva porque no se confirmó que la estacionalidad de la serie  
# incrementará
```

```
plot.ts(TSAcompo1$trend) #grafica de tendencia  
plot.ts(TSAcompo1$seasonal) #grafica de estacionalidad  
plot.ts(TSAcompo1$random) #grafica de aleatoriedad
```

```
TSA1.ts = ts(na.omit (usoint$Rx1b) ,frequency = 480)  
decomp1 = stl(TSA1.ts, s.window="periodic") # junta las tres graficas.  
plot(decomp1)
```

```
TSA11.ts = ts(na.omit (usoint$Rx11b) ,frequency = 480)  
decomp11 = stl( TSA11.ts, s.window="periodic")  
plot(decomp11)
```

PRONOSTICOS AUTOMATIZADOS

```
# Esta sección del guion realiza cálculos con diferentes factores
```

```
# "ARIMA(p,d,q)" donde:
```

```
# p es el número de términos auto regresivos,
```

```
# d es el número de diferencias no estacionales necesario para estacionalidad, y
```

```
# q es el número de errores retrasados de un pronóstico en la ecuación de
```

```
# predicción. Estos tres factores los determina internamente el algoritmo y propone
```

```
# un algoritmo para el siguiente termino
```

```
arimafit1 <- auto.arima(TSA1.ts)
```

```
plot ( forecast(arimafit1))
```

```
# Por último un pequeño experimento con los títulos al usar subíndices y
# exponenciales solo para explorar las capacidades del paquete plot en r studio.
arimafit11 <- auto.arima(TSA11.ts)
plot ( forecast(arimafit11), sub = parse(text = paste0("Grafica 11", ' ~ r[xy] == ', '~
B^2'))))
```

GLOSARIO

Active Queue Management

AQM es el tirado inteligente de paquetes dentro de la memoria intermedia asociada con la interface controladora de red, cuando esta memoria se llena o está cerca de llenarse. Con la finalidad de reducir la congestión de la red a largo plazo.

ARPANET

Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada, del inglés *Advanced Research Projects Agency Network*, ahora conocido ahora como Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa.

ASN.1

Notación sintáctica abstracta 1, del inglés, *Abstract Syntax Notation version 1*, es una norma para representar datos independientemente de la máquina que se esté usando y sus formas de representación internas. Es un protocolo de nivel de presentación en el modelo *OSI*. El protocolo *SNMP* usa el *ASN.1* para representar sus objetos gestionables.

Código abierto

Software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas.

Código fuente

Conjunto de líneas de textos, que son las directrices que debe seguir la computadora para realizar dicho programa; por lo que es en el código fuente, donde se encuentra escrito el funcionamiento de la aplicación o rutina.

CSP

Proveedor de servicios de contenido, del inglés *content service provider*, Compañía de internet que proporciona texto, audio y gráficos de artículos en entrevistas, noticias y nuevos desarrollos, etc. Que puede ser empleada para una publicación o un sitio más atractivo y útil para sus lectores y visitantes.

CPU

Unidad central de procesamiento o unidad de procesamiento central, del inglés *central processing unit*, es el *hardware* dentro de un ordenador u otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones de un programa informático mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema (*BIOS*).

CRM

Gestión central de clientes (del inglés *customer relationship management*) Proceso de gestionar las interacciones de consumo entre las empresas y sus clientes, a través de un sistema de bases de datos que registre el volumen de compras de cada cliente.

Crontab

se utiliza en sistemas *LINUX* para programar la ejecución de otros comandos, es decir, para automatizar tareas. Se puede ver las tareas repetitivas están programadas y también editarlas, lógicamente.

Data Wrangling

Se refiere al proceso de transformar y mapear datos de un estado crudo a otro formato, con la intención de hacerlos más apropiados y valiosos para su análisis. Esto incluye la visualización, remoción de datos erróneos, recolección de errores sobresalientes, integración o fusión y pre-procesado.

Facebook

Compañía estadounidense que ofrece servicios de redes sociales y medios sociales en línea con sede en Menlo Park, California. Su sitio web fue lanzado el 4 de febrero de 2004 por Mark Zuckerberg, junto con otros estudiantes de la Universidad de Harvard y compañeros de habitación, Eduardo Saverin, Andrew McCollum, Dustin Moskovitz y Chris Hughes.

Friendster

Compañía fundada por el programador de computadoras Canadiense Jonathan Abrams in 2002, antes de la adopción más amplia que después tuvieron *MySpace* (2003), *Hi5* (2003), *Facebook* (2004) y otros sitios de redes sociales.

Guion Bash

Es un programa de computadora diseñado para ser ejecutado por el shell de *LINUX*, un intérprete de línea de comandos. sus operaciones comunes son manipulación de archivos, ejecución de programas y la impresión de texto.

Hosteo

Espacio en un servidor o computadora especializada para manejar información en Internet.

IEEE

Intituto de ingenieros eléctricos y electrónicos del inglés *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales.

IETF

Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet por sus siglas en inglés es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad.

ISO

Organización Internacional de Normalización, del inglés *International Standard Organization*, es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

ISP

proveedor de servicio de internet, del inglés *Internet Service Provider*, es una organización que proporciona servicios de acceso, usando o participando en internet. Los proveedores de servicios de internet pueden estar organizados en varias formas, como comercial, propiedad-comunitaria, sin fines de lucro o como propiedad privada.

MIB

Base de gestión de información del inglés *Management Information Base*, es una base de datos utilizada para gestionar entidades en una red de comunicaciones. Está asociada al protocolo de red simple (*SNMP*), y sus contenidos están definidos en el RFC 1213.

MPLS

La conmutación de etiquetas multiprotocolo (del inglés *multiprotocol label switching*) es un mecanismo de transporte de datos, fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

Multidifusión

Envío de la información en múltiples redes a múltiples destinos simultáneamente.

Multiplexación

Combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión (permite varias comunicaciones de forma simultánea) usando un dispositivo llamado multiplexor.

Networking

Anglicismo empleado en el mundo de los negocios para hacer referencia a una actividad socioeconómica en la que profesionales y emprendedores se reúnen para formar relaciones empresariales, crear y desarrollar oportunidades de negocio, compartir información y buscar clientes potenciales.

OID

Identificadores de Objeto, del inglés *object identifiers*, opera dentro del protocolo *SNMP* y es la llave única para seleccionar un objeto particular en un dispositivo gestionado.

Página web

Recurso de información hecho para la *word wide web* que puede ser accedido a través de un web browser. Usualmente se encuentran en formato *HTML* y pueden proveer navegación a otras páginas web a través de vínculos hipertexto.

PSTN

Red de telefonía pública conmutada (del inglés *public switched telephone network*) Es el agregado de la red mundial de circuitos conmutados que son operados por operadores telefónicos nacionales, regionales o locales, proporcionando infraestructura y servicios de telecomunicación pública.

QoS

Calidad de servicio (del inglés *quality of service*) es el rendimiento promedio de una red de telefonía o de computadoras, particularmente el rendimiento visto por los usuarios de la red.¹ Cuantitativamente mide la calidad de los servicios que son considerados en varios aspectos del servicio de red, tales como tasas de errores, ancho de banda, rendimiento, retraso en la transmisión, disponibilidad, variación del retraso de transmisión, etc.

Rebanado de redes. (*Slicing 5 g*)

Sub-grupo gestionado de recursos, que proporcionan funciones de red / funciones de red virtualizadas en los planos de datos, control, orquestación y servicios en un tiempo determinado. Es programable y tiene la habilidad de exponer sus capacidades a través de instancias de red.

RFC

Requisición para comentarios, del inglés *request for comments* son una serie de publicaciones del grupo de trabajo de ingeniería de internet (*IETF*) que describen diversos aspectos del funcionamiento de Internet y otras redes de computadoras, como protocolos, procedimientos, al igual que comentarios e ideas sobre estos.

SNS

Servicios de redes sociales (del inglés *social network services*) también como *social networking site* o *social media*, es una aplicación Web que la gente usa para construir redes sociales o relaciones sociales con otra gente que comparten intereses personales y profesionales similares, actividades antecedentes o conexiones en la vida real.

SMI

Estructura de gestión de información del inglés *Structure of Management Information*, es un sub segmento de *ASN.1*, Opera dentro del protocolo *SNMP* y define módulos de los objetos relacionados gestionados en la base de gestión de información (*MIB*).

SNMP

Protocolo simple de monitoreo de red del inglés simple *network monitoring protocol* es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

TCP/IP

Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), un sistema de protocolos que hacen posibles servicios *Telnet*, *FTP*, *E-mail*, y otros entre ordenadores que están conectados en red.

Thicknet

10Base5 es una especificación de la IEEE para cables con velocidad de 10 Mbps, señalización en banda base para segmentos de 500 metros de distancia. Sus especificaciones técnicas están definidas en el estándar RG-8.

Thinnet

10Base2 es una especificación de la IEEE 802.3 para redes de área local de banda base que usan un cable coaxial fino de 200 metros de largo, como máximo. Transmite datos a 10 mega-bits por segundo. Este cable se conecta a un conector BNC. Sus especificaciones técnicas están definidas por el estándar RG-58A/U.

Video streaming

Video contenido comprimido antes de ser enviado a través de internet y es mostrado al espectador en tiempo real. Con la finalidad de que el usuario no tenga que esperar

a descargar una copia del archivo en su totalidad para reproducirlo, el contenido es enviado en un flujo continuo de datos y es reproducido conforme es descargado por el usuario.

VRF

Reenvío de ruteo virtual, (en inglés *Virtual Routing Forwarding*) Tecnología incluida en enrutadores de red IP (*internet protocol*) que permite a varias instancias de una tabla de enrutamiento existir en un enrutador y trabajar al simultáneamente.

Esto aumenta la funcionalidad al permitir que las rutas de red sean segmentadas sin usar varios dispositivos. Dado que el tráfico es automáticamente segregado en diferentes tablas de reenvío, VRF también aumenta la seguridad de la red y puede eliminar la necesidad de cifrado y autenticación.

WiMAX

Interoperabilidad mundial a través de Microonda de acceso (en inglés *Worldwide Interoperability for Microwave Access (AXess)*). Es una tecnología de comunicaciones de banda ancha inalámbrica basada en el estándar IEE 802.16 que proporciona altas velocidades de transferencia de datos en una red de acceso de datos punto-multipunto en un área metropolitana.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, J. (1999). *A Social History of the Internet*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Affandi, A., Riyanto, D., Pratomo, I., & Kusrahardjo, G. (2015). Design and implementation fast response system monitoring server using Simple Network Management Protocol (SNMP). *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITIA 2015 - Proceeding*, 385–390.
- Bayati, A., Nguyen, K. K., & Cheriet, M. (2018). Multiple-Step-Ahead Traffic Prediction in High-Speed Networks. *IEEE Communications Letters*, 22(12), 2447–2450.
- Bodea, T., & Ferguson, M. (2014). *Segmentation, Revenue Management and Pricing Analytics* (1st ed.). Routledge.
- Boingo Wireless, (2018). Boingo for Customers. Obtenido 12 Febrero 2018 de <http://www.boingo.com/retail/>.
- Boyd, D. M., & Ellison, N. B. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), 210–230.
- Brattstrom, M., & Morreale, P. (2017). Scalable Agentless Cloud Network Monitoring. In *2017 IEEE 4th International Conference on Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud)* (pp. 171–176). IEEE.
- Bresnahan, C., & Blum, R. (2015). *CompTIA Linux+ (Study Guide)*. Indianapolis, IND: Sybex Inc.
- Buble, D. (2011). Belgian MNO tries app-specific zero rating - bad idea in my view. Obtenido de <http://disruptivewireless.blogspot.mx/2011/11/belgian-mno-tries-app-specific-zero.html>
- Castells, M. (2014). The Impact of the Internet on Society: A Global Perspective. Obtenido de <https://www.technologyreview.com/s/530566/the-impact-of-the-internet-on-society-a-global-perspective/>
- da Silva, I., Mildh, G., Kaloxylou, A., Spapis, P., Buracchini, E., Trogolo, A., ... Bayer, N. (2016). Impact of network slicing on 5G Radio Access Networks. In *2016 European Conference on Networks and Communications (EuCNC)* (pp. 153–157). IEEE.
- Du, P., & Lu, N. (2011). Appliance Commitment for Household Load Scheduling. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(2), 411–419.
- Ericsson. (2012). *Ericsson mobility report*. Stockholm. Obtenido de <http://mb.cision.com/Main/15448/2245829/661875.pdf>
- Ericsson. (2018). *Ericsson mobility report*. Stockholm. Obtenido de <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-november-2018.pdf>
- Ferris, M., & Oshima, V. (2004). From CS to CRM: the use of wireless technologies to integrate market research into day-to-day business in Japan. Obtenido de https://www.warc.com/content/article/esomar/from_cs_to_crm_the_use_of_wireless_technologies_to_integrate_market_research_into_daytoday_business_in_japan/80921
- Fox, W. P. (2018). *Mathematical Modeling for Business Analytics* (1st ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

- Gong, X., Duan, L., Chen, X., & Zhang, J. (2017). When social network effect meets congestion effect in wireless networks: Data usage equilibrium and optimal pricing. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 35(2), 449–462.
- Goralski, W. (2017). *The Illustrated Network* (2nd Editio). Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Ha, S., Sen, S., Joe-Wong, C., Im, Y., & Chiang, M. (2012). TUBE: time-dependent pricing for mobile data. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2012 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communication - SIGCOMM '12* (p. 247). New York, New York, USA: ACM Press.
- Hanawal, M. K., Malik, F., & Hayel, Y. (2018). Differential pricing of traffic in the Internet. *2018 16th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks, WiOpt 2018*, 2.
- Harwani, B. M. (2014). *UNIX & Shell Programming* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Hernandez, C. A., Salcedo, O. J., & Pedraza, L. F. (2008). Modelo de tráfico WIMAX basado en series de tiempo para pronosticar valores futuro de tráfico. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 5(3), 505–525.
- Jallat, F., & Ancarani, F. (2008). Yield management, dynamic pricing and CRM in telecommunications. *Journal of Services Marketing*, 22(6), 465–478.
- Jayaraman, V., & Baker, T. (2003). The internet as an enabler for dynamic pricing of goods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(4), 470–477.
- Jiang, L., Parekh, S., & Walrand, J. (2008). Time-Dependent Network Pricing and Bandwidth Trading. In *NOMS Workshops 2008 - IEEE Network Operations and Management Symposium Workshops* (pp. 193–200). IEEE.
- Joe-Wong, C. (2016). *Smart Data Pricing*. Princeton University.
- Kang, C. (2010). AT&T wireless scraps flat-rate Internet plan. *The Washington Post*.
- Keall, C. (2011). Telstraclear calls limitless weekend very successful, internetnz disastrous. Obtenido de <https://www.nbr.co.nz/article/telstraclear-calls-limitless-weekend-very-successful-internetnz-disastrous-ck-105220>
- Kelly, F. P., Maulloo, A. K., & Tan, D. K. H. (1998). Rate Control for Communication Networks: Shadow Prices, Proportional Fairness and Stability. *The Journal of the Operational Research Society*, 49(3), 237.
- Kharchenko, V., Kondratenko, Y., & Kacprzyk, J. (2017). *Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures* (Vol. 74).
- Kwang, K. (2011). SingTel unveils priority mobile broadband acces. Obtenido de <http://www.zdnet.com/article/singtel-unveils-priority-mobile-broadband-access/>
- Lee, D., Mo, J., Walrand, J., & Park, J. (2011). A Token Pricing Scheme for Internet Services (pp. 26–37).
- Li, N., Chen, L., & Low, S. H. (2011). Optimal demand response based on utility maximization in power networks. In *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting* (pp. 1–8). IEEE.
- Mackie-Mason, J., & Varian, H. (1995). *Pricing the Internet*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mohsenian-Rad, A.-H., & Leon-Garcia, A. (2010). Optimal Residential Load Control With Price Prediction in Real-Time Electricity Pricing Environments. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2), 120–133.

- Mohsenian-Rad, A.-H., Wong, V. W. S., Jatskevich, J., & Schober, R. (2010). Optimal and autonomous incentive-based energy consumption scheduling algorithm for smart grid. In *2010 Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)* (pp. 1–6). IEEE.
- Morgan, M. (2011). Pricing schemes key in LTE future. Obtenido de <http://www.telecomasia.net/content/pricing-schemes-key-lte-future>
- Murphy, Liam, B.E. Murphy, J. (1994). Bandwidth Allocation By Pricing In ATM Networks. *IFIP Transactions C: Communications Systems, C-24*, 333–351. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10197/7625>
- Nadas, S., Turanyi, Z. R., & Racz, S. (2016). Per packet value: A practical concept for network resource sharing. *2016 IEEE Global Communications Conference, GLOBECOM 2016 - Proceedings*, 1–7.
- Norton, W. B. (2014). *The 2014 Internet Peering Playbook: Connecting to the Core of the Internet*. Seattle, WA: D. Press, Ed.
- Norton, W. B. (2015). Internet Transit Prices - Historical and Projected. Obtenido November 4, 2018, de <http://drpeering.net/white-papers/Internet-Transit-Pricing-Historical-And-Projected.php>
- Ntlangu, M. B., & Baghai-Wadji, A. (2017). Modelling Network Traffic Using Time Series Analysis. *Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing - BDIOT2017*, 209–215.
- Owoseje, T. (2011). Orange launches Swapables content tariff. Obtenido 22 Noviembre, 2018, de <https://www.mobileeurope.co.uk/press-wire/orange-launches-swapables-content-tariff>
- Page, M., Firth, C., & Rand, C. (2016). The Internet Value Chain: A study on the economics of the internet. Obtenido 15 Octubre, 2018, de https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2016/09/GSMA2016_Report_TheInternetValueChain.pdf
- Parker, A. (2010). O2 scraps unlimited data for smartphones. Obtenido June 26, 2018, de <https://www.ft.com/content/bafa2848-747f-11df-b3f1-00144feabdc0>
- Phillips, R. (2005). *Pricing and Revenue Optimization*. Stanford, CA: Stanford Business Books.
- Rainie, L., & Wellman, B. (2012). *Networked*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Render, B., Stair, R. M., Michael E, H., S Hale, T. M. J. E., & Al, E. (2016). *Metodos cuantitativos para los negocios* (12th ed.). Mexico: Pearson Education.
- Rohrer, B. (2016). How to do Data Science. Obtenido de <https://blogs.technet.microsoft.com/machinelearning/2016/03/28/how-to-do-data-science/>
- Roosbehani, M., Dahleh, M., & Mitter, S. (2010). Dynamic Pricing and Stabilization of Supply and Demand in Modern Electric Power Grids. In *2010 First IEEE International Conference on Smart Grid Communications* (pp. 543–548). IEEE.
- Saraydar, C. U., Mandayam, N. B., & Goodman, D. J. (2002). Efficient power control via pricing in wireless data networks. *IEEE Transactions on Communications*, *50*(2), 291–303.
- Sen, S., Joe-Wong, C., Ha, S., & Chiang, M. (2013). A survey of smart data pricing. *ACM Computing Surveys*, *46*(2), 1–37.
- Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). *Time Series Analysis and Its Applications*. Cham: Springer International Publishing.

- Talluri, K. T., & Van Ryzin, G. J. (2004). *The Theory and Practice of Revenue Management* (Vol. 68). Boston, MA: Springer US.
- Van Der Loo, M. de J. E. (2018). *Statistical Data Cleaning with Applications in R* (1st ed.). Wiley.
- Wagner, S., Berg, E. Van Den, Giacobelli, J., Ghetie, A., Burns, J., Tauil, M., ... Manghwani, P. (2012). Autonomous, Collaborative Control for Resilient Cyber Defense (ACCORD). In *2012 IEEE Sixth International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems Workshops* (pp. 39–46). IEEE.
- Yaiche, H., Mazumdar, R. R., & Rosenberg, C. (2000). A game theoretic framework for bandwidth allocation and pricing in broadband networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 8(5), 667–678.
- You, J., Zhuo, Y., Gao, L., Zhang, G., Xue, H., & Wang, J. (2017). Analyzing and Forecasting the Performance of Video Service Providers. In *2017 IEEE 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)* (pp. 182–188). IEEE.
- Zheng, L., Joe-Wong, C., Tan, C. W., Ha, S., & Chiang, M. (2017). Customized Data Plans for Mobile Users: Feasibility and Benefits of Data Trading. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 35(4), 949–963.

Utilización de un método heurístico para la gestión de utilidades. Caso: Proveedores de servicio de internet

Por Adrián López Martínez

Utilización de un método heurístico para la gestión de utilidades. Caso: Proveedores de servicio de internet

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	solovidabien.blogspot.com Internet	123 palabras — < 1%
2	www.coursehero.com Internet	98 palabras — < 1%
3	www.ingquimica.uady.mx Internet	89 palabras — < 1%
4	www.ticbeat.com Internet	71 palabras — < 1%
5	prezi.com Internet	62 palabras — < 1%
6	inforedesseguras.blogspot.com Internet	61 palabras — < 1%
7	www.biblioteca.unlpam.edu.ar Internet	57 palabras — < 1%
8	conectividadlatic.blogspot.com Internet	53 palabras — < 1%
9	repositorio.ug.edu.ec Internet	52 palabras — < 1%
10	es.scribd.com Internet	52 palabras — < 1%

tecnopiluki.blogspot.com

11	Internet	48 palabras — < 1%
12	docplayer.es Internet	48 palabras — < 1%
13	travelcomdata.blogspot.com Internet	46 palabras — < 1%
14	fr.slideshare.net Internet	40 palabras — < 1%
15	es.wikipedia.org Internet	40 palabras — < 1%
16	georgesoftwareencv.blogspot.com Internet	39 palabras — < 1%
17	es.m.wikipedia.org Internet	39 palabras — < 1%
18	everpec.blogspot.com Internet	39 palabras — < 1%
19	 analisisheurísticos.wordpress.com Internet	39 palabras — < 1%
20	hdl.handle.net Internet	37 palabras — < 1%
21	luisf.wikispot.org Internet	36 palabras — < 1%
22	issuu.com Internet	36 palabras — < 1%
23	deperiodismo.com Internet	30 palabras — < 1%
24	bibdigital.epn.edu.ec Internet	28 palabras — < 1%

25	www.concepcion.cl Internet	28 palabras — < 1%
26	www.softpedia.es Internet	27 palabras — < 1%
27	en.calameo.com Internet	25 palabras — < 1%
28	www.alcancelibre.org Internet	24 palabras — < 1%
29	docshare.tips Internet	24 palabras — < 1%
30	manualzz.com Internet	24 palabras — < 1%
31	repositorio.uncp.edu.pe Internet	23 palabras — < 1%
32	documents.tips Internet	21 palabras — < 1%
33	kitchenworktopfitters.co.uk Internet	21 palabras — < 1%
34	es.slideshare.net Internet	21 palabras — < 1%
35	jefflirion.github.io Internet	20 palabras — < 1%
36	digibug.ugr.es Internet	16 palabras — < 1%
37	agetic.gob.bo Internet	15 palabras — < 1%
38	repositorio.uigv.edu.pe Internet	15 palabras — < 1%

39	chapingo.mx Internet	15 palabras — < 1%
40	K Ito, D Murphy. "Application of ggplot2 to Pharmacometric Graphics", CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology, 2013 Crossref	13 palabras — < 1%
41	estatsite.com Internet	13 palabras — < 1%
42	www.sigmod.org Internet	13 palabras — < 1%
43	www.slideshare.net Internet	13 palabras — < 1%
44	www.guionet.com Internet	12 palabras — < 1%
45	jcma23.blogspot.com Internet	12 palabras — < 1%
46	executrain-qro.com Internet	12 palabras — < 1%
47	unac.edu.pe Internet	12 palabras — < 1%
48	repositorio.unimagdalena.edu.co Internet	11 palabras — < 1%
49	idoc.pub Internet	11 palabras — < 1%
50	www2.gratisweb.com Internet	11 palabras — < 1%
51	oa.upm.es Internet	10 palabras — < 1%

52	arxiv.org Internet	10 palabras — < 1%
53	www.blazquez.net Internet	10 palabras — < 1%
54	www.offixfiscal.com.mx Internet	10 palabras — < 1%
55	www.ciceuta.es Internet	10 palabras — < 1%
56	e-lecciones.net Internet	10 palabras — < 1%
57	FRANCINE BERTELLA. "Structural, promotion and metal-support interaction effects in Co/TiO ₂ catalysts for Fischer-Tropsch synthesis", Universitat Politecnica de Valencia, 2018 Crossref Posted Content	10 palabras — < 1%
58	www.codhey.org Internet	10 palabras — < 1%
59	administracion.uexternado.edu.co Internet	9 palabras — < 1%
60	es.unionpedia.org Internet	9 palabras — < 1%
61	www.pucmm.edu.do Internet	9 palabras — < 1%
62	dis.um.es Internet	9 palabras — < 1%
63	www.efdeportes.com Internet	9 palabras — < 1%
64	zietlow.com Internet	9 palabras — < 1%

65	testingbaires.com Internet	9 palabras — < 1%
66	mendoza777.en.eresmas.com Internet	9 palabras — < 1%
67	geeks.linuxuanl.org Internet	9 palabras — < 1%
68	www.lafh.info Internet	9 palabras — < 1%
69	repositorio.ulvr.edu.ec Internet	9 palabras — < 1%
70	www.mysciencework.com Internet	9 palabras — < 1%
71	pt.scribd.com Internet	9 palabras — < 1%
72	www.cusd.org Internet	9 palabras — < 1%
73	www.fundacioncorona.org.co Internet	9 palabras — < 1%
74	leos-ia.blog Internet	9 palabras — < 1%
75	www.linguee.de Internet	9 palabras — < 1%
76	www.dama.gov.co Internet	9 palabras — < 1%
77	buscador.recolecta.fecyt.es Internet	9 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS ACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA ACTIVADO

EXCLUIR
COINCIDENCIAS DESACTIVADO