

DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LOCALIZACIÓN DE PLANTAS



ISABEL SAAVEDRA RUBIANO

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

BOGOTÁ

2013

PAGINA DE ACEPTACION

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada doy gracias a dios por darme salud, dedicación y fortaleza para poder culminar con éxito este trabajo de grado dedicado a mi familia, así mismo doy gracias a las personas que estuvieron apoyándome como ángeles del cielo. En especial doy gracias a la Ingeniera Luz Marina Patiño Nieto por su paciencia y ayuda incondicional.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema:	4
1.3 Delimitación del problema:	5
1.4 Metodología de solución del problema:	5
2. OBJETIVOS:	8
2.1 General:	8
2.2 Específicos	8
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. CUADRO METODOLÓGICO CON LOS OBJETIVOS	11
5. MARCO REFERENCIAL	12
5.1 ANTECEDENTES	12
5.2 SECTOR DE LAS TICS EN COLOMBIA OFERTA Y DEMANDA	15
6. MARCO TEORICO	17
6.1 LOCALIZACION DE PLANTAS	17
6.2 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACION	21
• EVALUACION DE ALTERNATIVAS	22
• SELECCIONAR LA MEJOR UBICACIÓN	23
6.3 FACTORES Y SUBFACTORES UTILIZADOS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACION	23
6.4 PROGRAMACIÓN LINEAL	26
7. MARCO CONCEPTUAL	28
8. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE LA INFORMACION	29
8.1 ANALISIS DEL MERCADO	29
8.2 ANÁLISIS DEL SECTOR	31
8.3 ANALISIS Y ESTUDIO DEL MERCADO	33
8.4 CHAPINERO FACTORES GEOGRAFICOS	37

8.5	LOS GRANDES MAYORISTAS DE LA INFORMATICA EN COLOMBIA	40
9.	ANÁLISIS DE OFERTA	41
10.	DIAGNOSTICO PARA LOS FACTORES DE LOCALIZACION	43
10.1	PONDERACION DE FACTORES	43
11.	ANALISIS PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA	48
11.1	CENTRO DE GRAVEDAD	48
11.2	PUNTO DE EQUILIBRIO	53
12.	DEMANDA POTENCIAL	61
13.	DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN CON PROGRAMACIÓN LINEAL	62
13.1	Planteamiento Del Problema De Localización	63
13.2	Formulación Matemática	65
13.3	Solución Del Modelo	70
13.4	Análisis del modelo	73
14.	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	73
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
16.	BIBLIOGRAFIA	86

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Diagrama causa y efecto	4
Figura 2: Centro de Ecosistema Digital	16
Figura 3: Esquema de Macro localización	19
Figura 4: Esquema de Micro localización	20
Figura 5: Crecimiento en ventas de PCS en Colombia	34
Figura 6: Clasificación sectorial de la economía	36
Figura 7: Selección localidad de Chapinero	37
Figura 8: Mapa de la localidad de chapinero, con sus Unidades de Planeamiento Zonal	39
Figura 9: Posición de las alternativas de localización para la nueva empresa, en el plano cartesiano.	50

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Precursores de las teorías clásicas de localización	13
Tabla 2: Factores y subfactores de localización	24
Tabla 3: Marco conceptual localización de plantas	28
Tabla 4: Barrios de la localidad de chapinero	38
Tabla 5: Empresas mayoristas de tecnología establecidas en Colombia.	41
Tabla 6: Listado de Retails más importantes en el mercado por sus ventas.	42
Tabla 7: Análisis comparativo de la competencia.	43
Tabla 8: Alternativas de localización por método de ponderación de factores	47
Tabla 9: Datos iniciales de las alternativas de localización	51
Tabla 10: Ordenamiento de alternativas de localización de menor a mayor según valor de la abscisa.	52
Tabla 11: Ordenamiento de alternativas de localización de menor a mayor según valor de la ordenada.	52
Tabla 12: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización A	55
Tabla 13: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización B	56
Tabla 14: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización C	57
Tabla 15: Intersección del punto de equilibrio	58
Tabla 16: Ecuación de igualación que dan origen a la intersección	59
Tabla 17: Relaciono costos totales de las tres opciones A-B-C	60
Tabla 18: Demanda potencial para cada producto	62
Tabla 19: Definición de variables	68
Tabla 20: Planteamiento de la función objetivo	69
Tabla 21: Definición de las restricciones	70
Tabla 22: Cuadro de dialogo parámetros de Solver para el problema de localización	71
Tabla 23: Solución del modelo	72
Tabla 24: locación optima para localizar la nueva empresa, con sus costos	73
Tabla 25: Informe Numero 1 de la solución arrojada por Solver Excel, relación de los límites.	75
Tabla 26: Análisis de Sensibilidad cambiando todas las variables en a función objetivo	76
Tabla 27: Análisis de Sensibilidad cambiando variables con valores asignados de la solución modelos	78
Tabla 28: Informe Número 2 de la solución arrojada por Solver Excel, relación de las restricciones.	80
Tabla 29: Análisis de sensibilidad para las restricciones lado derecho	82

INTRODUCCION

Este documento busca analizar una propuesta metodológica para dar solución al problema de localización de instalaciones físicas en el sector industrial y/o de servicios. Este inconveniente se presenta al momento que una empresa decide realizar la expansión de sus actividades comerciales para aumentar su mercado satisfaciendo así todas las necesidades de los consumidores del producto o cuando existe la creación de una nueva empresa. Es importante aclarar que la ubicación de las instalaciones depende de la actividad económica de cada empresa por lo que la decisión no debe ser tomada de manera apresurada ya que acarrearía pérdidas al tomar una mala decisión, debido a los diferentes factores de localización que se deben tener en cuenta.

Para dar solución al problema de localización de instalaciones físicas, se diseñara un modelo matemático en programación lineal por medio de las herramienta de Solver Excel y Risk buscando así, ponderar los factores de localización más importantes como es el caso de la mano de obra, el mercado, el transporte, los servicios públicos entre otros analizando los costos totales incurridos de cada alternativa, con ello se determina los sitios definitivos de ubicación en este caso para la nueva empresa dedicada a la comercialización de productos tecnológicos. El modelamiento del problema de localización consiste como primer paso definir las variables de decisión dándoles un nombre para un mejor planteamiento, el segundo paso consiste en plantear la función objetivo (Maximizar utilidades y/o minimizar costos) según sea el caso, por último se definen las restricciones de problema, las limitantes que puede tomar las variables de decisión. Por lo anterior la solución del modelo, busca encontrar la mejor locación para establecer la nueva empresa cumpliendo los pasos anteriores.

1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Al momento de la creación de empresa o el desarrollo de un proyecto de expansión ya sea del sector industrial o de servicios, se debe contemplar uno de los principales obstáculos y es la localización de las instalaciones físicas, de manera que si se toma una mala decisión puede ocasionar pérdidas económicas para la organización dado que no se podrá revertir lo ya llevado a cabo. Se quiere entonces diseñar un modelo matemático que permita la rápida y efectiva localización de plantas en la parte industrial o empresarial, utilizando la herramienta de análisis Microsoft Excel Solver el cual resuelve problemas de optimización por medio de métodos numéricos; así mismo se utilizara como herramienta Risk Simulator disponible en las instalaciones de la Universidad EAN. La realización de este proyecto parte del modelo planteado por la Ingeniera Luz Marina Patiño “Aplicaciones De Mejora De Procesos Con Modelos Matemáticos”.

La aplicación del modelo matemático para localización de plantas, se efectuara para la creación de una nueva empresa que tendrá como actividad económica la comercialización de productos tecnológicos tales como (Mouse, teclados, computadores etc.) la decisión para su localización debe ser estratégica debido a que deberá favorecer la actividad económica presente y futura. Adicional se debe tener en cuenta la ubicación concreta del local, su forma de adquisición (toma en arrendamiento y/o compra), la elección del barrio o zona es un factor importante con ello se podrá determinar el mercado objetivo y la competencia del mismo. La actividad de la nueva

empresa pertenece al sector de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) este sector está compuesto por componentes de las telecomunicaciones tales como **Hardware** (Corresponde a todas las partes tangibles de una computadora, un celular), **Software** (conjunto de programas intangibles que permiten ejecutar diferentes tareas en la computadora), **infraestructura de telecomunicaciones** (elemento necesario para tener acceso a los servicios de telecomunicaciones). El desarrollo que ha tenido las sociedades a nivel cultural, social y económico las TIC como herramienta ha tenido un papel fundamental para lograr dicho cambio, generando así crecimiento y fortalecimiento en los negocios y en las personas. De acuerdo al crecimiento que ha tenido el mercado en cuanto a procesadores de datos, y con la llegada al país de los computadores personales desde los años ochenta, se presentó una gran demanda en la adquisición de productos tecnológicos fue por ello que se constituyeron empresas dedicadas a la comercialización de dichos productos. Según el IDC Colombia (proveedor líder en el mundo en análisis e inteligencia de mercados, y en soporte táctico a fabricantes y usuarios, en el sector de Informática y Telecomunicaciones) los sectores de mayor crecimiento corresponden a servicios, redes y software. De acuerdo a lo anterior el crecimiento estimado para América Latina estará del 4.3% y el 6.8%, lo cual es una cifra muy alentadora.

A continuación se relacionan los requisitos que se deben tener en cuenta en la fase inicial, en la toma de decisiones en cuanto a la localización de la nueva empresa: Mercados que serán atendidos, fuentes de abastecimiento, mano de obra requerida, Medios de transportes requeridos, condiciones climatológicas, servicios públicos e impuestos; tamaño del terreno, ubicación de la competencia.

1.2 Formulación del problema:

Pregunta: ¿De qué manera se puede desarrollar un estudio de localización con el uso de variables matemáticas?

DIAGRAMA CAUSA- EFECTO

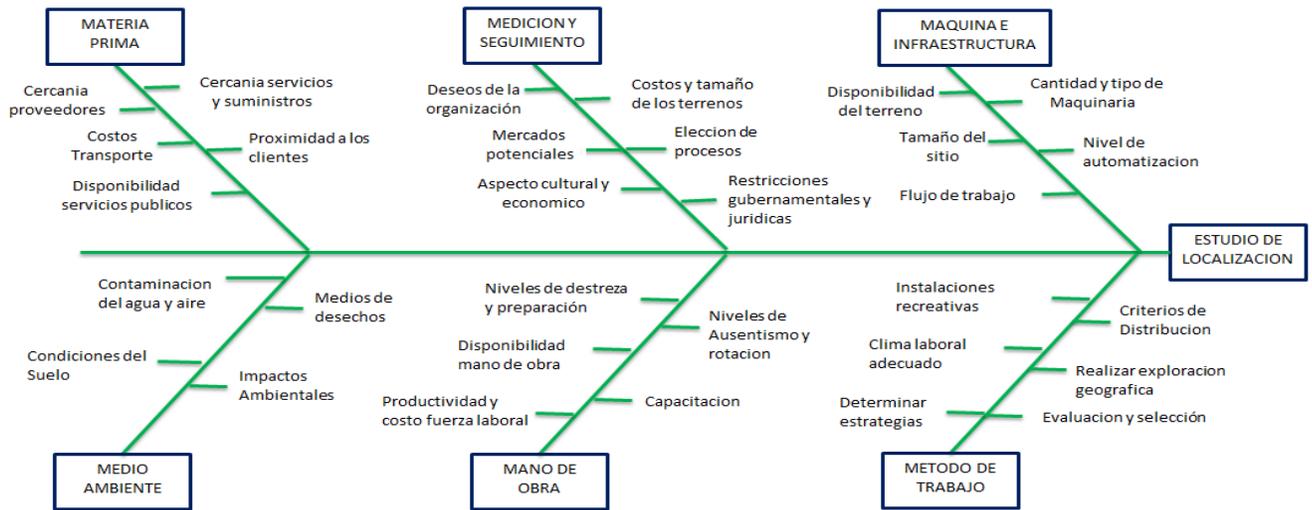


Figura 1: Diagrama causa y efecto

Elaborado por: La autora

1.3 Delimitación del problema:

El siguiente proyecto consiste en diseñar un modelo matemático que permita la optimización en la localización de plantas para ubicar una nueva empresa, el periodo de tiempo para su desarrollo está determinado en cuatro meses, por medio de este trabajo se quiere mostrar la importancia que tiene su uso en el sector industrial y/o de servicios para estudio de casos de la vida real. En este caso localización de plantas.

1.4 Metodología de solución del problema:

LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS			
QUÉ ES EL PROBLEMA - CASO DE ESTUDIO: ¿De qué manera se puede desarrollar un estudio de localización con el uso de variables matemáticas?			
METODOLOGÍA GRACE			
ETAPAS	CONCEPTO	APLICACIÓN AL CASO PROBLEMA EXPUESTO	APLICACIÓN DE OBJETIVOS
C O N T E X T U A	Identificar	La localización de instalaciones físicas ya sea industriales o de servicio representan un problema para las empresas que planean expandirse o para la creación de nuevas empresas. Por lo que se quiere diseñar un modelo matemático que permita mostrar como solución un comportamiento favorable de los sitios más adecuados. Al utilizar el modelo matemático como herramienta, se determinara los lugares de	Se quiere satisfacer la necesidad de tener un modelo que permita de manera eficaz elegir el mejor lugar para localización de instalaciones físicas ponderando los factores para importante para la toma de decisiones. Por tanto para utilizar la herramienta se debe Entender el problema, Definir las variables de decisión, Definir el objetivo de programación, Establecer las Restricciones; Incorporar la información a
			Realizar el estudio para el diagnóstico y análisis de la información de requerimientos para el montaje del modelo.

L I Z A R		ubicación más óptimos, con lo cual se está generando seguridad en la toma de decisiones.	Excel y Risk posterior se resuelve.	
	Contrastar	La localización es un factor importante que debe contemplar las empresas antes de iniciar actividades; al diseñar el modelo matemático se analizaran los factores más importante de localización (materia prima, mano de obra, mercados, costos etc.) con esto se busca elegir los lugares con mayor probabilidad para construir las nuevas instalaciones.	En la actualidad para localizar una empresa nueva o ya establecida se requiere de análisis preliminar, selección y evaluación de las alternativas de localización lo cual representa un problema en la toma de decisiones, lo que se quiere es agilizar la decisión de manera confiable realizando la selección de los factores más relevantes. Con ello se podrá Realizar análisis y evaluación de los diferentes factores de localización.	Realizar el estudio para el diagnóstico y análisis de la información de requerimientos para el montaje del modelo.
C A T E G O R I Z A R		Para este caso la formulación del problema a mi modo de ver está siendo clara y concisa adicional no tiene ambigüedades: ¿De qué manera se puede desarrollar un estudio de localización con el uso de variables matemáticas?	Es importante que la formulación del problema sea clara como se muestra en este trabajo, se está estableciendo la situación actual y la situación deseada por lo cual se está evitando ambigüedades. Para el desarrollo se quiere plantear el problema de forma matemática, utilizando la programación lineal.	Definir el problema y su planteamiento matemático en programación lineal.
P E R S O N				

A L I Z A R I N T E R A C T U A R	Evaluar	Como se ha mencionado anteriormente la localización es un problema para las empresas existentes y las futuras, por lo cual al tener una herramienta que permita ayudar en la toma de estas decisiones es muy positivo, y el costo no es elevado. Por otro lado el modelo matemático debería estar presente en las unidades de estudio es una herramienta interesante para aprender a manejar	Se tiene la problemática que al momento de realizar la localización de nuevas y existentes instalaciones físicas la toma de decisiones es un tema complicado debido a los diferentes factores que se deben tener en cuenta. Al diseñar una solución que permita confiabilidad en la toma de esas decisiones de manera rápida genera valor en la solución del problema. Por lo cual Se trabajaran dos herramientas para el diseño del Modelo Matemático, Solver y Risk Simulator.	Solucionar el modelo matemático por Solver en Excel y Risk Simulator.
	Socializar	Como se está planteando en este trabajo, va dirigido al sector industrial y/o servicios. Sumado a los estudiantes de educación superior de los diferentes programas.	El problema detectado afecta a empresas que quieran expandirse por su actividad económica y quieran generar más rentabilidad, así mismo a las que se constituirán como nuevas empresas. Por cual se quiere mostrar la importancia que tiene el utilizar un modelo matemático a nivel empresarial	Analizar por medio del análisis de sensibilidad la validación del modelo.

2. OBJETIVOS:

2.1 General:

Aplicar un modelo matemático para la localización de plantas.

2.2 Específicos

- Realizar el estudio para el diagnóstico y análisis de la información de requerimientos para el montaje del modelo.
- Definir el problema y su planteamiento matemático en programación lineal.
- Solucionar el modelo matemático por Solver en Excel y Risk Simulator.
- Analizar por medio del análisis de sensibilidad la validación del modelo.

3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo tiene como finalidad diseñar un modelo matemático para localización de instalaciones físicas utilizando variables matemáticas por medio de herramientas que son fáciles de adquirir y de bajo costo las cuales son Microsoft Excel Solver y Risk Simulator.

La localización de instalaciones físicas es un factor importante que debe contemplar cualquier compañía al momento de iniciar sus actividades; esta decisión representa un gran impacto económico, por lo cual se debe realizar análisis de los diferentes factores que influyen a tomar esta decisión por mencionar algunos tenemos mercados, mano de obra, proveedores, materias primas, clientes, social, competencia, tecnología entre

otros. Logrando la adecuada localización la empresa podrá realizar sus actividades con gran eficiencia y eficacia, maximizando así los beneficios.

La localización es una actividad de la vida diaria de las empresas y al lograr diseñar un modelo matemático que permitirá interpretar lo mejor posible la realidad de los lugares más adecuados para ubicar la instalación a través de ciertas fórmulas generando cierto valor agregado, dado que su uso no es tan común en las organizaciones, adicional de lo anterior los modelos matemáticos representan un papel importante para la toma de decisiones.

ERGOS TECNOLOGIA es una empresa creada para la comercialización de productos tecnológicos, esta iniciativa representa el esfuerzo de hacer realidad un proyecto de vida el cual consiste en lograr la independencia laboral. Se cuenta con la asesoría de un profesional de Administración de empresas con amplia experiencia en mercadeo y conocimiento del sector tecnológico. Con esto llevaremos a cabo la aplicación del modelo matemático para hallar las opciones más óptimas para la localización de la nueva empresa en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta todos los factores de rigor. La decisión debe asegurar la ventaja frente a la competencia, así mismo que los costos de distribución sean mínimos.

En Colombia el uso de la tecnología ha estado en crecimiento gracias a la diversidad de productos que se han importado de última tecnología y por el crecimiento en la calidad de vida cada colombiano ha tenido la oportunidad de adquirir estos elementos, dando así la oportunidad de satisfacer nuevas necesidades con nuevos productos. Colombia ha mejorado en su posicionamiento internacional especialmente por la apropiación que

ha tenido de las TIC, así lo menciona la comisión de regulación de comunicaciones en el documento **“Análisis del sector TIC en Colombia: Evolución y Desafíos”**. (Comisión de regulación de comunicaciones).

El crecimiento que ha tenido Colombia en el sector de las TIC ha sido evidente, también es evidente que existen barreras dado que no toda la población tiene la oportunidad de adquirir un producto de alta tecnología y tampoco tener acceso a internet creando así una brecha digital, es ahí donde el gobierno para cerrar la brecha digital debe invertir más en estas herramientas para que todos los colombianos de bajos recursos puedan acceder al mundo de las TIC. Es preciso mencionar que al tener un nivel educativo superior la probabilidad de tener la brecha digital es menor.

4. CUADRO METODOLÓGICO CON LOS OBJETIVOS

Objetivo General: Solucionar un modelo matemático de localización de plantas.			
Objetivos Específicos	Actividades	Herramientas	Tiempo
Realizar el estudio para el diagnóstico y análisis de la información de requerimientos para el montaje del modelo.	Validar información de las diferentes fuentes para identificar los factores a tener en cuenta para realizar un estudio de localización y lograr identificar en los lugares más adecuados para la instalación	Libros Fuentes de Internet (información localización) Material propuesto por la tutora Luz Marina Patiño.	3 meses
Definir el problema y su planteamiento matemático en programación lineal.	Se Verifica toda información concerniente a localización y modelos matemáticos	Libros Fuentes de Internet (programación lineal-localización)	1 Semana
Solucionar el modelo matemático por Solver en Excel y Risk Simulator.	Entender el funcionamiento de las dos herramientas Solver y Risk Identificar Las variables que interactúan	Fuentes de internet (problemas de programación lineal) Solver	1 Semana

	en el sistema y la relación que existen entre ellas	Risk	
Analizar por medio del análisis de sensibilidad la validación del modelo.	Validar los resultados de Solver y Risk, y poder concluir si la solución es satisfactoria, si cumple con las condiciones para el problema planteado	Solver Risk	2 semanas

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 ANTECEDENTES

A partir de la revolución industrial, se crea la necesidad de diseñar espacios cómodos para la realización de las actividades productivas, así como el diseño de las instalaciones físicas especializadas para cada proceso.

En el sector agrícola fueron desarrollados los primeros procesos productivos a gran escala, por lo cual las instalaciones utilizadas en esa época no requerían de mayor modificación. En el siglo XIX el sector minero fue el primero en emprender y buscar una mejor localización de sus instalaciones enfocándose en un proceso específico y definido la separación de minerales. La tecnología ha sido un elemento fundamental para impulsar en el diseño y desarrollo de las instalaciones físicas en cuanto a los procesos que cada empresa desempeña.

Con la llegada de la revolución industrial economistas y geógrafos se preguntaron cuál sería el mejor lugar para la ubicación de las plantas industriales. De estas

circunstancias comienzan a aparecer las diferentes teorías clásicas de localización con enfoque a la demanda. Ahora veamos los precursores de estas teorías y lo que pretende cada una de ellas.

Tabla 1: Precursores de las teorías clásicas de localización

PRECURSORES	TEORIA	DESCRIPCION
JOHANN HEINRICH VON THÜNEN (1783-1850)	Teorías de la producción y la distribución	La producción industrial debe estar cerca del mercado. para que el transporte sea mínimo así como los costos
ALFRED WEBER 1868-1958	Localización Industrial	Reducir al máximo los costos totales de transporte, aglomerando todos los factores (Mano de obra, materia prima, mercado)
WALTER CHRISTALLER 1893-1969	Lugar Central	El lugar central está conformado por un grupo de empresas que en conjunto satisface la demanda de los consumidores. La población tiene mayor accesibilidad a ellas.
HAROLD HOTELLING 1895-1973	Modelo de competencia	Optimización en espacios de competitividad. La diferenciación máxima permite contrarrestar la competencia en precios. Permite hacer mínimo el costo del

		transporte al consumidor
--	--	--------------------------

Elaborado por: La autora

Las teorías anteriormente relacionadas se utilizan en la actualidad para la toma de decisiones sobre el mejor lugar para la ubicación de las instalaciones físicas.

Con todo y lo anterior “El computador electrónico fue inventado a mediados del siglo pasado; el computador personal llegó al mercado después de 1975; e Internet se hizo público y la Web comenzó a enriquecerse a mediados de la década de los 90. Esos grandes hitos están entre los más visibles de la revolución que han experimentado las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los últimos 60 años. Esa revolución ha ido acompañada, y ha sido impulsada”. Tomado del artículo de Eduteka (EDUTEKA, 2007).

Los inicios de la política de TIC en Colombia fueron definidas en el plan nacional de desarrollo 1998-2002, por primera vez se incluyen las Tics como parte del modelo de desarrollo económico y social. A través de los tres diferentes programas se comienza a implementar,

- ✓ Masificar el uso de las TIC como estrategia orientada a mejorar la calidad de vida de los colombianos,
- ✓ Permitir que las zonas apartadas y los estratos bajos sean beneficiados con la telefonía y el servicio de internet.
- ✓ Reducir la brecha digital gracias al fácil acceso, uso y buen aprovechamiento de las TIC.

Se han adelantado proyectos pilotos para difundir el uso de las TIC en las diferentes líneas de acción (Programa entre pares, Redes Colciencias, Congenia).

5.2 SECTOR DE LAS TICS EN COLOMBIA OFERTA Y DEMANDA

El sector de las TIC fomenta el crecimiento en la economía y la sociedad del país por lo cual la inversión debe ser mayor, pero como lo afirma (Fedesof, 2012) en artículo “Acceso a las TIC es clave para el crecimiento económico” La inversión en tecnología en Colombia es de alrededor de 250 millones de dólares anuales, de los cuales sólo el 8 por ciento pertenece a empresas nacionales, lo demás son de multinacionales; en India la inversión local es del 80 por ciento” a pesar del esfuerzo del gobierno nacional mediante el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones (Min Tic) se sigue evidenciando la brecha digital en Colombia.

Para el cierre de brechas digitales como plan de tecnología del gobierno del presidente Juan Manuel Santos, se crea el plan “vive Digital” que busca fomentar uso de la tecnología con la política de masificación de internet.

De acuerdo a la figura 2, se evidencia que el plan vive digital tiene como centro el Ecosistema digital el cual consta de cuatro elementos que interactúan entre sí en busca de un crecimiento de la industria de las TIC. Estos elementos interactúan de la siguiente manera: La **infraestructura** de telecomunicaciones tendrá crecimiento debido a la inversión del gobierno, con ello se crearan nuevos **servicios** de telecomunicaciones como es el caso de las redes de fibra óptica con esto las personas tendrán acceso a internet a precios más bajos; con el servicio de internet vienen las diferentes **Aplicaciones** que no son más que herramientas virtuales que los **usuarios** pueden

acceder para obtener comunicación, compartir comentarios por medio de e-mail y/o las redes sociales. Debido a lo anterior los usuarios crean una Demanda por la necesidad de estar actualizados en cuanto a tecnología y las diferentes aplicaciones del mercado. Con este proyecto se quiere reducir la brecha digital en el año 2014.



Figura 2: Centro de Ecosistema Digital

Fuente: Imagen tomada del sitio Vive Digital: <http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital/plan/ecosistema>

Elaborado por: La autora

Complementando lo anterior el sector de las TIC en Colombia ha tenido gran crecimiento, es un sector cambiante que de acuerdo a los diferentes planes en tecnología Colombia a pasos agigantados se está poniendo a la altura de un país desarrollado. Por tal motivo se genera la idea de la localización de una nueva empresa con actividad económica de comercialización de productos tecnológicos, teniendo como referencia que el mercado colombiano está en crecimiento y que por medio del ministerio de las TIC se han creado diferentes proyectos para el crecimiento del sector.

Por tal motivo se tiene mercado para abordar de manera objetiva, los usuarios cada día están interesados en pertenecer en la onda de la última tecnología y su objetivo es estar actualizado adquiriendo un bien o servicio a determinado precio esto se adquiere al tener disponibilidad de pago creando así la Demanda. Al adquirir un producto tecnológico el consumidor satisface sus necesidades de acuerdo a las características y atributos del mismo por lo cual al momento de la compra lo toma como preferencia sobre otras opciones. Los productos no tendrán demanda si no se conoce el servicio o producto, de ahí la importancia de difundir información sobre los productos o servicios de la empresa, por lo cual la publicidad es un factor importante para dar a conocer la empresa.

6. MARCO TEORICO

6.1 LOCALIZACION DE PLANTAS

Teniendo en cuenta la importancia que tiene la ubicación geográfica de las instalaciones físicas, se toma lo enunciado por (Krajewski, 2000, pág. 369) la definición de Localización como *“Es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de una empresa”*, por esto puede decirse que cuando una empresa desea expandir sus instalaciones físicas por sus actividades o cuando se desea crear una nueva empresa el principal problema que enfrentan es la Localización geográfica debido a los muchos elementos que deben ser tomados en cuenta al momento de tomar una decisión definitiva.

La óptima localización de las instalaciones físicas depende del producto a fabricar, del servicio a ofrecer y/o la tecnología a utilizar. Por lo cual el sitio elegido debe permitir la

adquisición de materiales, la realización del proceso productivo, y la entrega del producto final al cliente con un costo total reducido

Por lo expuesto al inicio la empresa debe tener en cuenta los factores relacionados a la localización por lo que los costos incurridos pueden ser muy altos, los factores a tener en cuenta a nivel general son los suministros de materia prima, mano de obra, servicios públicos; así como la distribución, comercialización a los clientes y el mercado, por tanto es una decisión que no se debe tomar a la ligera, el objetivo es que la empresa obtenga buen desempeño económico en su nueva ubicación.

La elección de una localización es una decisión complicada, debido a que se debe hallar la ubicación más ventajosa que contribuya a minimizar los costos de inversión, dentro del análisis para hallar la ubicación mas optima es importante la elección de la localidad y el lugar específico; por lo que se divide el estudio en dos partes: Estudio de Macro localización y el de Micro localización.

Macro localización: Tiene como objetivo determinar la zona o territorio en general en el cual se instalara la empresa. Los siguientes son los factores que afectan a la Macro localización:

- Los mercados
- Las fuentes de abastecimiento
- Los medios de transporte y comunicación
- Los suministros básicos
- La mano de obra
- Las condiciones climatológicas de la zona
- La calidad de vida
- El marco jurídico
- Políticas de promoción, impuestos y servicios públicos

- Las actitudes de la población hacia la empresa

ESQUEMA DE MACROLOCALIZACION



Figura 3: Esquema de Macro localización

Fuente: Tomado de <http://es.scribd.com/doc/98750339/Localizacion-Del-Proyecto-Macro-y-Micro-Info>

Micro localización: Se determina el punto preciso y/o específico dentro de la macro zona, en el se ubicara definitivamente la empresa. Los siguientes son los factores que afectan en la Micro localización.

- Reglamentación medioambiental de la región o ciudad.
- Impacto en el medio ambiente.
- Restricciones urbanísticas de la zona.
- Costos, disponibilidad, tamaño de infraestructura y servicios.
- Facilidades de acceso
- Proximidad a los servicios y proveedores necesarios.

- Proximidad a las materias primas y clientes.
- Disponibilidad de materiales y mano de obra.

ESQUEMA DE MICRO LOCALIZACION



Figura 4: Esquema de Micro localización

Fuente: tomado de <http://es.scribd.com/doc/98750339/Localizacion-Del-Proyecto-Macro-y-Micro-Info>

Si se llegase a tomar una mala decisión en la localización se tendrá que enfrentar con los siguientes problemas: Distanciamiento del mercado objetivo; el abastecimiento de materias primas, es limitado, Indisponibilidad de mano de obra calificada, mayores costos en transporte.

Por lo anterior se quiere diseñar un modelo matemático que permita desarrollar un estudio de localización con variables matemáticas tomando los factores mencionados anteriormente (materia prima, mano de obra, servicios públicos, distribución, comercialización etc.) de esta manera se busca seleccionar los lugares con mayor

probabilidad para la mejor ubicación de las instalaciones, con herramientas que son de bajo costo Solver Excel y Risk Simulator.

Complementado lo anterior citamos los diferentes métodos de localización utilizados para la toma de decisiones:

Método de transporte: Está basado en la programación lineal, ayuda a resolver el problema de localización de múltiples instalaciones. Es factor cuantitativo su objetivo es minimizar costos de embarque entre plantas y almacenes, así mismo determinar las unidades transportadas.

Método del centro de gravedad: Factor cuantitativo su objetivo es minimizar tiempo de viaje o distancia entre dos puntos.

Método del punto equilibrio: Factor cuantitativo su objetivo es minimizar costo total. Así mismo determina los rangos dentro de los cuales cada alternativa resulta ser la mejor

Método de factores ponderados: Es el método más general, ya que permite incorporar en el análisis toda clase de consideraciones, sean estas de carácter cuantitativo o cualitativo.

6.2 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACION

Teniendo en cuenta documento de localización de instalaciones (Logísticos) se muestra que al momento de tomar la decisión en cuanto a la mejor ubicación de las instalaciones, como primera medida se debe realizar un análisis preliminar que

permitirá conocer los procesos y las políticas con las que la empresa opera o va a operar. Debido a que los factores de localización son muy diversos, cada empresa deberá para la evaluación de alternativas seleccionar los factores de localización más importantes teniendo en cuenta la actividad económica, mano de obra, transporte, suministros, servicios,

El equipo encargado de la localización deberá evaluar lo relevante de cada factor separando lo primario (importancia alta) de lo secundario (menor importancia). Los factores de mayor importancia deberán ser consistentes con los objetivos de la empresa de ello depende determinar el impacto que pueda tener en los costos, los ingresos la ubicación competitiva; el cumplimiento de los objetivos depende que la ubicación sea más óptima y las diferentes alternativas sería más preciso y limitado. Se debe aclarar que los factores secundarios no juegan un papel decisivo pero son convenientes.

- **ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION**

Se organizan las diferentes alternativas escogidas para la localización, después de un análisis profundo, se descartaran las que no cumplan con todos los factores dominantes de la empresa como por ejemplo: Mano de obra no calificada, zona, mercado potencial, proveedores etc.

- **EVALUACION DE ALTERNATIVAS**

En esta etapa se realiza un análisis más detallado de toda la información correspondiente a las mejores opciones, comparándola con los factores más importantes. Allí se realizara análisis cuantitativo y cualitativo dependiente del factor.

- **SELECCIONAR LA MEJOR UBICACIÓN**

Con el resultado del análisis cuantitativo y cualitativo, se obtendrán una o varias alternativas con mejor localización, estas alternativas se deberán comparar entre sí para de esta manera determinar la mejor ubicación dependiendo de la actividad económica de la empresa.

6.3 FACTORES Y SUBFACTORES UTILIZADOS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACION

Antes de tomar la decisión de localización es importante conocer los factores que intervienen en ella, con esto se busca tener una visión más clara sobre la adecuada ubicación que permita el fácil acceso a los materiales y suministros, realizar los procesos productivos de la empresa y entregar el producto en menor tiempo; adicional la cercanía con los proveedores minimizara los costos en transporte, se debe asegurar la ventaja frente a la competencia logrando una optima ubicación.

Conociendo los factores de localización las empresas podrán evitar problemas inesperados al momento del traslado tales como restricciones de Agua y energía eléctrica, costos elevados en transporte, inconformidad de la comunidad por la generación de contaminación por su actividad productiva; no disponibilidad de mano de obra, inestabilidad del terreno, costos elevados en impuestos etc. Por todo esto la decisión de la localización debe no debe ser tomada de manera precipitada.

Tabla 2: Factores y subfactores de localización

FACTORES Y SUBFACTORES	DESCRIPCION
1. Mano de Obra	
Costos de mano de obra	Retribución total del esfuerzo humano aplicado al proceso de producción o servicio que ofrece.
Disponibilidad y Formación	La mano de obra debe provenir de la misma región, para evitar la búsqueda de estos recursos en otras zonas aumentando así los costos. Deben ser trabajadores calificados para cubrir los distintos puestos de trabajo de la empresa.
Calidad de vida	Corresponde al bienestar de los colaboradores en el ambiente laboral
2. Mercados	
Precios de la región	Conocer los precios manejados en la región es importante, ya que esto permite establecer precios más cómodos y competitivos
Competencia	Al conocer la ubicación de la competencia, se podrá establecer las estrategias que permitan ser más competitivos frente al mercado.
Clientes	Teniendo en cuenta la actividad productiva de la empresa el mercado debe ser concentrado, buscando que los precios de distribución sean mínimos, así como los tiempos de entrega
Poder adquisitivos de la comunidad	Entre más poder adquisitivo tenga la comunidad mayor posibilidad que adquieran el producto ofrecido por la empresa, disponen de capacidad de pago.
3. Comunicaciones y Transporte	
Costos de Transporte	El costo de Transferencia de los productos debe ser mínimo
Transporte de materiales y de personal	La cercanía a los clientes y proveedores es importante, ya que facilita la llegada del personal y clientes, de la materia prima y la fácil salida de los productos
Infraestructura de Vías	Accesibilidad, el estado de las carreteras deben estar en condiciones optimas para llegar fácilmente, conocer el flujo de circulación de vehículos
4. Servicios públicos	
Disponibilidad de Energía eléctrica y agua	Fácil disponibilidad en la zona; Potencia disponible, la tensión, y el lugar de donde es posible tomar energía.

Costos de los servicios	Régimen tarifario de la zona
Calidad del servicio	Es necesario conocer si existen restricciones de alimentación

5. Características climatológicas y geográficas	
Clima y topografía	Las condiciones climáticas deben permitir la ubicación del establecimiento
Desarrollo comercial e industrial	La empresa necesita relacionarse con empresas auxiliares que le presten determinados servicios (transporte, reparación)
6. Aspectos Fiscales y financieros	
Exigencias ambientales	Leyes relacionadas de los niveles de contaminación
Impuestos de funcionamiento	Obtención de permisos para la nueva instalación
7. Actitudes de la Comunidad	
Grado de aceptación de la comunidad	La localización de la empresa no debe afectar la tranquilidad de la comunidad
8. Materia prima y otros suministros	
Costos de adquisición	Al tener cercanía con los proveedores el costo de adquisición es mínimo
Cercanía de los proveedores	La cercanía a las fuentes de suministros de materias primas, permite el ahorro en transporte y tiempo. De igual manera puede determinar la cantidad de stock que la empresa debe mantener en inventario.
Oferta	La lista de proveedores debe ser diversa, con cercanía a la empresa

Elaborado por: La autora

6.4 PROGRAMACIÓN LINEAL

Como se dijo anteriormente se quiere diseñar un modelo matemático para localización de plantas, para el ejercicio se aplicara en la ubicación de una nueva empresa, se realizara por medio de programación lineal; su definición se toma según lo expuesto por (Risa, 2003, pág. 01) “la programación lineal es una técnica matemática que se utiliza para la solución de diferentes tipos de problemas, tanto teóricos como prácticos, en diversas áreas del conocimiento. Consiste básicamente en la construcción, solución y análisis del modelo lineal de un problema dado. Entendiéndose por modelo lineal aquel que está integrado única y exclusivamente por funciones lineales”. Se entiende que es una herramienta para la investigación de operaciones en cuanto a Optimización y tiene un papel importante para la toma de decisiones en determinada situación de la vida diaria de las empresas. La ecuación de las funciones lineales a que hace referencia el autor tiene la forma $F(x)=mx+b$ es un polinomio de primer grado y su representación gráfica es una línea recta.

Se debe tener en cuenta que el modelo de programación lineal tiene componentes básicos que deben ser tomados en cuenta al momento de su desarrollo; primero entender el problema; definir las variables de decisión, definir el objetivo de programación (la meta-Maximizar-minimizar), establecer las restricciones (Recursos limitados), por último incorporar la información a Excel Solver o Risk y resolverlo. Dependiendo de los resultados se tomaran decisiones.

Así como en localización en programación lineal existen diversos métodos para dar solución a los diferentes problemas, facilitando la toma de decisiones entre los que podemos mencionar, método simplex; análisis de sensibilidad.

Método Simplex: Consiste en un proceso repetitivo que genera soluciones básicas, continuamente mejores de acuerdo a la función Objetivo (la meta), hasta llegar a la solución óptima.

Análisis de Sensibilización: Determina que parámetros del modelo son más sensibles, es decir que valores se deben asignar con cuidado para evitar que la solución del modelo no tenga distorsiones.

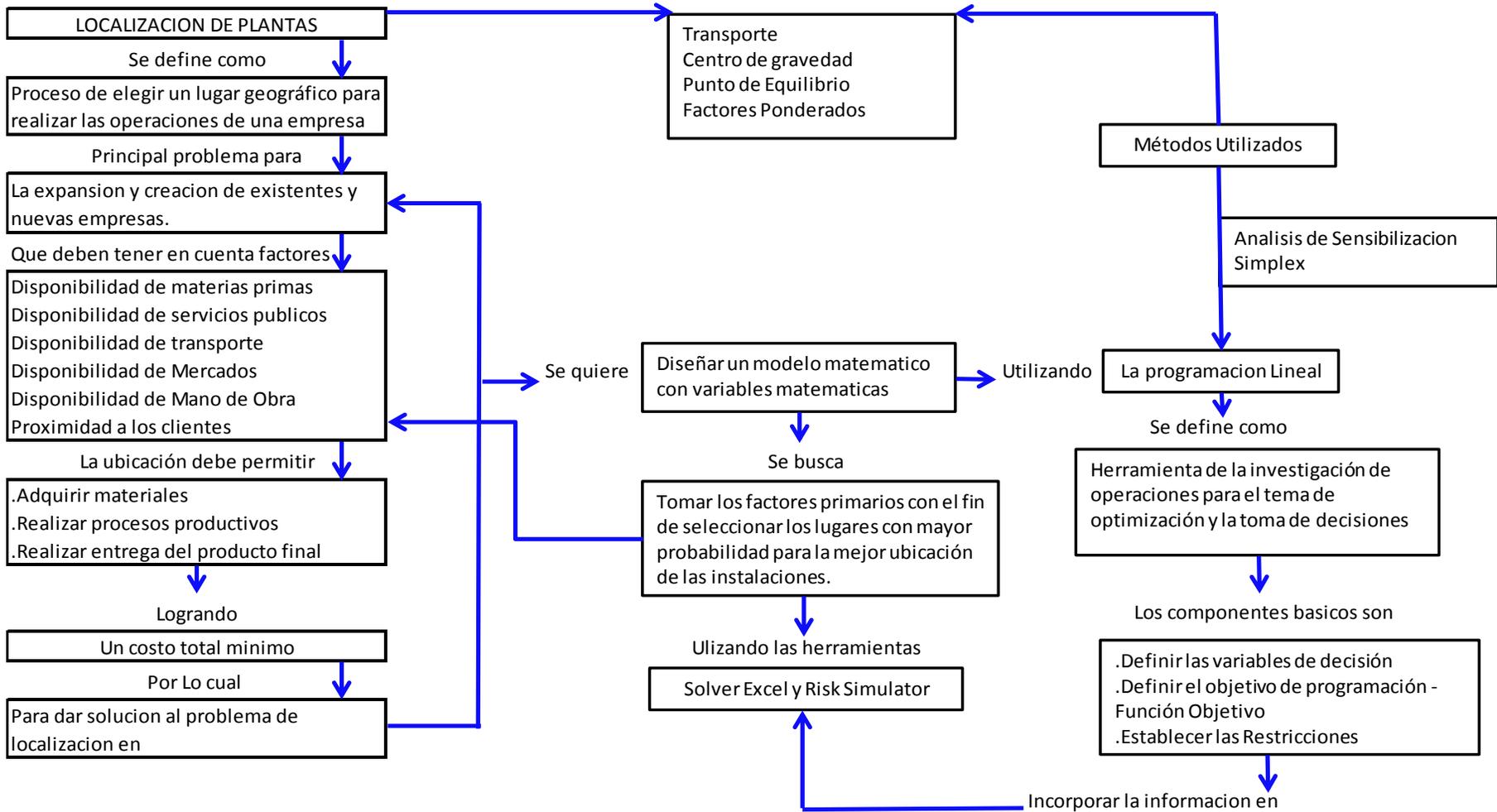
Aplicaciones De La Programación Lineal

Inicialmente la programación lineal se aplicó en cuestiones logísticas y militar; pero posterior se aplicó al sector industrial. En la actualidad se pueden resolver los problemas de mezcla de productos, problema de transporte, problema de la dieta (alimentos que deben ser incluidos dentro de la dieta), problema de planificación de la producción, planeación financiera, ubicación de plantas entre otros.

Para este trabajo de grado el modelo matemático se realizara por medio de Solver Excel y Risk que no genera costo alguno para su utilización; pero existen Software de solución en programación lineal por el cual las empresas deben pagar si tienen licencia podemos citar algunos de ellos Lingo – Lindo, Gams, Tora, WinQSB entre otros.

7. MARCO CONCEPTUAL

Tabla 3: Marco conceptual localización de plantas



Elabora por: La autora

8. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

8.1 ANALISIS DEL MERCADO

Las TIC tienen gran importancia en el desarrollo del país así mismo fomentan el crecimiento económico del mismo. Por esto el sector de las Tic ha evolucionado positivamente en Colombia dado que el gobierno nacional quiere cerrar la brecha digital que existe en los habitantes colombianos. De igual manera es una herramienta indispensable en las instituciones educativas para el proceso de aprendizaje y de enseñanza permitiendo el acceso al conocimiento y a la información a los alumnos y profesores. Adicional el uso de las TIC repercute positivamente en la calidad de vida de los colombianos, por el acceso que se tiene a diversa información por medio del Internet.

El crecimiento del sector en las TIC en Colombia es evidente, por lo cual la creación de una nueva empresa dedicada a la comercialización de productos tecnológicos es una decisión que tiene futuro en el mercado colombiano.

El análisis de un mercado permite determinar cuál es la información necesaria que se debe recopilar y posteriormente analizar, con el objetivo de dar claridad a las necesidades que se van a satisfacer, así mismo permite determinar qué productos son los adecuados en este caso para la comercialización de productos tecnológicos.

El DANE publicó un reciente comunicado con nombre “Indicadores Básicos de Tecnologías de Información y Comunicación –TIC para Colombia (DANE, 2011). Año

2011 Tenencia y uso de TIC en Hogares y por Personas de 5 y más años de edad” en este estudio se muestra el crecimiento sobre el uso de las TIC en hogares y por individuos recopilada en 2011 mediante la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH).

En el estudio se muestra que:

- El 29,8% de los hogares colombianos posee computador.
- El 45,9% de las personas usaron computador durante los últimos 12 meses, de los cuales el 74,9% estaba entre los 12 y 24 años, 52,6% entre los 5 y 11 años y, el 38,6% tenía entre 25 y 54 años de edad.
- El 35,9% de los hogares poseía servicio de telefonía fija y el 89,4% tiene teléfono celular.
- La conexión a internet corresponde al 23,4% de los hogares.
- La ciudad de Bogotá tuvo el mayor porcentaje en acceso a internet con un 64,5%, seguida por las ciudades de: Bucaramanga (62,8%), Neiva (60,5%), Tunja (59,7%), Ibagué (58,1%), Medellín (57,2%), Pereira y Manizales (56,8%), y Pasto (56,0%).
- Los rangos de edad entre 12 y 24 años tuvieron el mayor porcentaje en el uso de internet con (69,6%). Seguido del rango de edad entre 25 y 54 años (36,0%), por ultimo entre 5 y 11 años (33,9%).
- Entre las 24 ciudades principales, Quibdó registró la mayor proporción de personas que usaron Internet con fines de obtener información con (93,5%). Seguido por Valledupar (91,8%); Tunja (88,1%) e Ibagué (87,8%).
- Del total de personas que usaron internet, 41,9% lo hicieron al menos una vez al día; 47,1% los hicieron al menos una vez a la semana, pero no cada día; y 9,2% lo hicieron una vez al mes, pero no cada semana.

El estudio se realizó durante todo el 2011, a 44.735 colombianos mayores de 5 años ubicados en 24 ciudades. Las preguntas hechas estaban relacionadas con la tenencia de diferentes bienes y servicios TIC en el hogar, así como actividades, frecuencias y lugares de uso de Internet. De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que la brecha digital en Colombia cada día está siendo más pequeña, se evidencia que cada colombiano tiene contacto con la tecnología posee computador y tiene acceso a internet dentro de sus posibilidades.

8.2 ANÁLISIS DEL SECTOR

En Colombia el uso de la tecnología ha estado en crecimiento gracias a la diversidad de productos que se han importado de última tecnología y por el crecimiento en la calidad de vida, cada colombiano ha tenido la oportunidad de adquirir estos elementos, dando así la oportunidad de satisfacer nuevas necesidades con nuevos productos.

Colombia ha mejorado en su posicionamiento internacional especialmente por la apropiación que ha tenido de las TIC, así lo menciona la comisión de regulación de comunicaciones en el documento “**Análisis del sector TIC en Colombia: Evolución y Desafíos**”. (Colombia, 2010)

El crecimiento que ha tenido Colombia en el sector de las TIC ha sido evidente, también es evidente que existen barreras dado que no toda la población tiene la oportunidad de adquirir un producto de alta tecnología y tampoco tener acceso a internet creando así una brecha digital, es ahí donde el gobierno con su programa Viva Digital busca dar un gran salto tecnológico por medio de la Masificación de Internet.

Las Tecnologías de Comunicación e Información están compuestas por dos conjuntos:

- Tecnologías de Comunicación tradicionales (TC), en este grupo se encuentra la radio, televisión y servicios de telefonía convencional.
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), con ellas se ha logrado el procesamiento de información por medio de la digitalización de las tecnologías, así como la adaptabilidad y los avances de la computación.

Teniendo en cuenta el último estudio de IDC Latinoamérica (IDC, 2013), la principal firma de inteligencia de mercado, servicios de consultoría y conferencias para los mercados de Tecnologías de la Información, y Telecomunicaciones. IDC informa que en el año 2013 Latinoamérica será la región con mayor crecimiento en el mercado de las TIC, el Vicepresidente de IDC Ricardo Villate comenta que “Las economías latinoamericanas se percatarán que solo la innovación les permitirá superar los desafíos estructurales que afectan su competitividad exportadora frente a otras regiones emergentes; enfocándose en la innovación”

En el estudio muestra que el sector de las TIC en latinoamericana tendrá un crecimiento del 10.3%, con un total de 140.5 mil millones de dólares. El Hardware se constituye cerca de dos tercios del crecimiento, entretanto el software representará el 13%, y servicios el 21%. México y Brasil encabezan los países de los países latinoamericanos con mayor crecimiento en el mercado de las TIC, el primero con una tasa del 13% el segundo con el 12% y Colombia se encuentra en tercer lugar con un porcentaje del 11%.

Los servicios de las telecomunicaciones tendrán un crecimiento de 7.9%, teniendo un gasto total de \$ 217 mil millones de dólares, esto debido al crecimiento de los países Venezuela con 10%, seguido por Argentina con 10% y en tercer lugar Colombia con un 9%.

8.3 ANALISIS Y ESTUDIO DEL MERCADO

La tendencia del mercado de las TIC en Colombia es de crecimiento y desarrollo, ya que es un sector que día a día está generando nuevos cambios que logran sorprender a cada consumidor con las nuevas actualizaciones y/o aplicativos de un dispositivo tecnológico creando así la necesidad de adquirirlo muchas veces sin importar el precio. Lo importante es identificar cuáles serán las nuevas tecnologías del futuro, entre ellas se podrían señalar tales como: la televisión inteligente, el computo Tablet, dispositivos que permitan mayor productividad en el trabajo, letreros inteligentes con reconocimiento de gestos y rostros, dispositivos que controlan el consumo de energía. La tendencia en el diseño de las nuevas tecnologías va en pro del medio ambiente están siendo ecológicos con el ahorro de energía. Es un mercado que no tiende a disminuir sino por el contrario su crecimiento es monumental, el secreto está en saber aprovechar de manera eficiente las nuevas tecnologías, con el objetivo de cumplir grandes metas a nivel personal, profesional, empresarial.

Un estudio contratado por Intel y realizado por Millward Brown (Compañía internacional líder en el conocimiento y análisis estratégico de las Marcas, la Comunicación y los Medios) revelo que el 45% de personas encuestadas posee computador y todavía más los habitantes de los estratos altos que además del computador de escritorio también poseen computador portátil. Adicional el estudio revela que el 55% de los encuestados

confirman no tener computador, estas personas son hombres y mujeres en edades comprendidas entre 16 y 30 años acceden al servicio de los Café Internet. Este estudio muestra que el 84% de las personas compran su computadora nueva y un 7% la obtiene de segunda mano, esto debido a la falta de crédito al momento de la compra. Las tiendas de informática es el lugar en el cual los colombianos acostumbran ir al momento de realizar la compra de un PC.

Según la siguiente grafica se evidencia la penetración de PCs en Colombia de los años 2005 al año 2009, ha ido en aumento lo cual es provechoso dado que se tiene mercado para atacar como comercializadora.

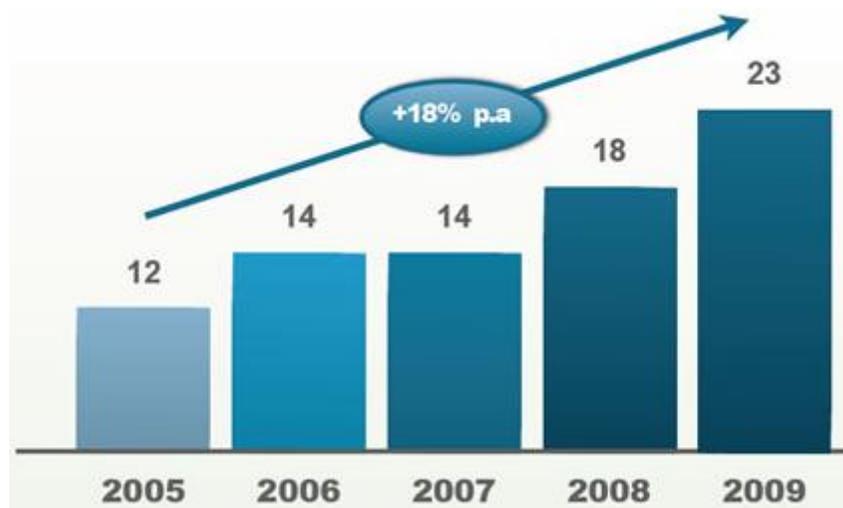


Figura 5: Crecimiento en ventas de PCS en Colombia

Fuente: Millward Brown (Compañía internacional líder en el conocimiento y análisis estratégico de las Marcas, la Comunicación y los Medios)

La

apropiación de las TIC genera desarrollo y acelera el progreso del país, los consumidores cada día están generando más necesidades y afortunadamente el

mercado ha estado dispuesto para satisfacerlas con nuevas soluciones. El uso de la tecnología hace posible tener acceso a todo tipo de información veraz y velozmente permitiendo la adquisición de nuevos conocimientos y competencias. Las empresas también al tener acceso a la información reportada por los consumidores logran identificar y satisfacer fácilmente las necesidades, logrando así posicionamiento y reconocimiento en el mercado.

El desarrollo económico de las localidades de Bogotá dependen principalmente de tres factores: la inversión, el empleo y el consumo. Al interactuar dichos factores se tiene que, la **inversión** aumenta la capacidad productiva de las empresas esto a su vez origina nuevos puestos de **trabajo** que aumenta en los hogares capacidad de **consumo** incrementado así la demanda de los bienes y/o servicios ofrecidos por la empresa, al tener utilidades la empresa podrá realizar nuevas inversiones. Se puede analizar que si no hay mercado, no se puede invertir, al no tener inversión no se genera empleos, sin empleos no hay consumo, al no existir consumo el desarrollo económico es nulo en cualquier localidad y/o lugar.

Se entiende como economía a un sistema de producción, distribución y consumo de bienes y servicios. En el cual se encuentran todas las actividades económicas las cuales a su vez se encuentran divididas por sectores de producción, teniendo en cuenta el tipo de proceso que desarrolla cada empresa. De acuerdo a la clasificación se relaciona los tres sectores de la economía.

- Sector Primario: Hace referencia a la extracción de materia prima que provienen del medio natural (Agricultura, ganadería, pesca, minería, producción energética).
- Sector Secundario: Se dedica a la transformación de materia prima en un producto final (Industria, construcción, manufactura).
- Sector Terciario: Se encuentran las actividades de presentación de servicios, así como la comercialización de productos al mayor y al detal (bancos, transporte, educación, cultura, salud, servicios persona a persona).

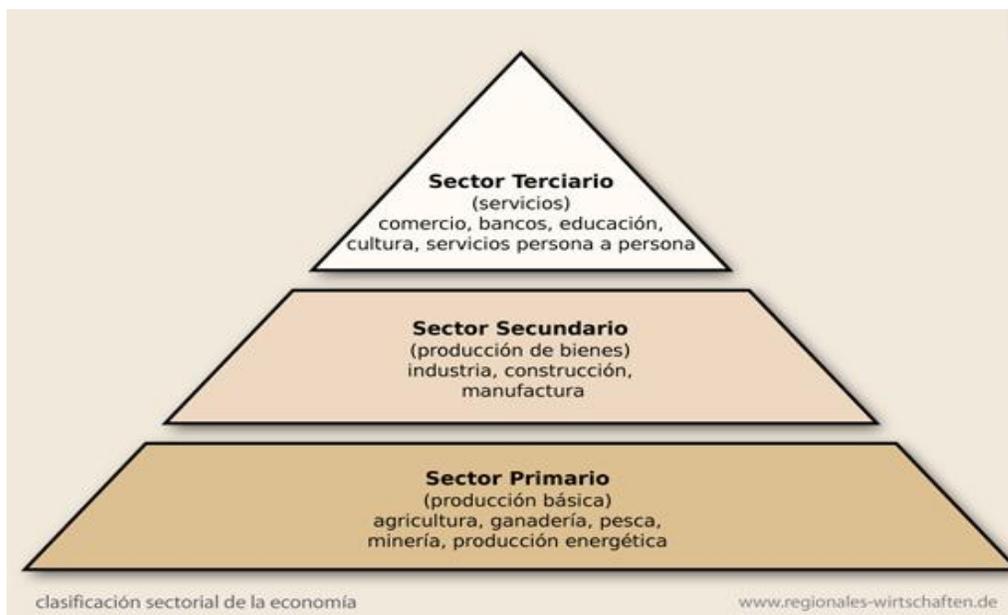


Figura 6: Clasificación sectorial de la economía

Fuente: Imagen tomada de <http://www.regionalentwicklung.de/regionales-wirtschaften/uebersetzungen-translation/economias-regionales-como-complemento-de-la-globalizacion/>-Febrero 19 de 2013

8.4 CHAPINERO FACTORES GEOGRAFICOS



Figura 7: Selección localidad de Chapinero

Fuente: Tomado de

<http://www.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/localidades/>

El mercado objetivo de la nueva empresa, es amplio debido a que la localidad de chapinero forma parte de la ciudad central por lo cual las actividades económicas se localizan principalmente en actividades terciarias (comercio y servicios). Las actividades económicas de esta localidad se centran principalmente en empresas de carácter financiero, es también sede de algunas Universidades importantes del país, así es para el sector de telecomunicaciones e informática, los servicios de alta consultoría empresarial. Predomina la clase alta el 45% de los predios son de estrato 6, el 11,7% son de estrato 5 y el 30,8% corresponden al estrato 4. La cobertura de servicios públicos (Agua, electricidad, gas natural, aseo y alcantarillado) es muy amplia. Teniendo en cuenta artículo *la inversión pública y calidad de vida en las localidades de Bogotá* en el cual resalta que “Hay 26069 empresas, siendo la segunda localidad en

número de empresas con el 10.5% del total de la ciudad. El 89% de esta localidad son "medias y pequeñas". Está dividida en cinco UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal) en estas unidades se encuentran ubicados los barrios que en total son 50 barrios en la localidad, se relacionan a continuación las UPZ con sus respectivos barrios:

Pardo Rubio (Verde)	Chico Lago (Rosado)	El Refugio (Morado)	Gran Chapinero (Curuba)	San Isidro Patios (Azul)
Bosque Calderón	Antiguo Country	Chico Reservado	Cataluña	La Esperanza Nororiental
Bosque Calderón Tejada	Chico Norte	Bellavista	Chapinero Central	La Sureña
Chapinero Alto	Chico Norte II	Chico Alto	Chapinero Norte	San Isidro
El Castillo	Chico Norte III	El Nogal	Marly	San Luis Altos del Cabo.
El Paraíso	Chico Occidental	El Refugio	Sucre	
Emaus	El Chico	La Cabrera		
Granada	El Retiro	Los Rosales		
Ingemar	Espartilla	Seminario		
Juan XXIII	La Cabrera	Toscana		
La Salle	Lago Gaitán			
Las Acacias	Porciúncula			
Los Olivos	Quinta Camacho			
María Cristina				
Mariscal Sucre				
Nueva Granada				
Palomar				
Pardo Rubio				
San Martín de Porres				
Villa Anita				
Villa del Cerro				

Tabla 4: Barrios de la localidad de chapinero

Fuente: Tomado de

<http://www.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/localidades/>

Elaborado por: La autora

MAPA LOCALIDAD DE CHAPINERO

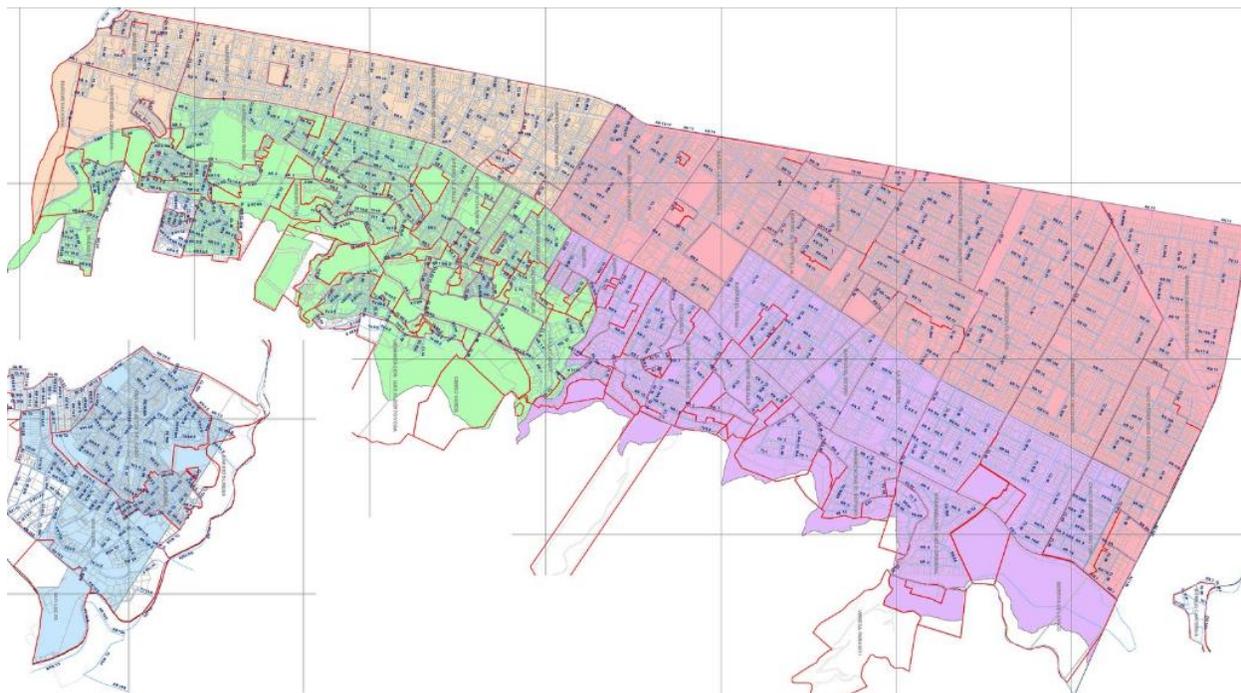


Figura 8: Mapa de la localidad de chapinero, con sus Unidades de Planeamiento Zonal
Fuente: Imagen tomada del sitio: <http://www.chapinero.gov.co/index.php/disfrutando-mi-localidad/mapa-y-upzs>

De acuerdo a documento (Secretaría de Cultura, 2008) de la Secretaria Distrital de Cultura, Recreación y deportes presentan información básica sobre la localidad de Chapinero como es el caso de la Extensión y los limites en cuanto extensión informan que “La localidad cubre 3.899 hectáreas, el 35,1% es considerado área urbana; el 23,1%, área amanzanada; el 20,4%, área residencial, y el 21,2%, área rural protegida”. En cuanto limites tenemos que “La Localidad de Chapinero está ubicada al oriente de la ciudad; va de la calle 39 a la calle 100, desde la Avenida Caracas hasta los Cerros Orientales. Limita con las localidades de Santa Fe, al sur; Teusaquillo y Barrios Unidos,

al occidente; Usaquén, al norte, y con los municipios de Choachí y La Calera, al oriente”.

La viabilidad de la ubicación de la nueva empresa en Chapinero es positiva primordialmente por la cercanía a los Clientes y los proveedores. De igual modo por la cercanía de empresas dedicadas a la misma actividad económica,

8.5 LOS GRANDES MAYORISTAS DE LA INFORMATICA EN COLOMBIA

Los fabricantes y los grandes mayoristas por su participación activa en el mercado impulsan el negocio de Tecnología Informática en Colombia. A continuación se relacionan algunos de los mayoristas ubicados en la localidad de Chapinero exactamente en las bodegas de UNILAGO y el Centro de alta Tecnología, por la actividad económica de la Nueva Empresa estos mayoristas serán los proveedores de los productos tecnológicos que se vayan a comercializar. Por lo anterior es de vital importancia encontrar una ubicación cercana a estos proveedores, esto para evitar costos en transportes.

Tabla 5: Empresas mayoristas de tecnología establecidas en Colombia.

EMPRESA MAYORISTA	DIRECCION
INTCOMEX Colombia	Carrera 16 # 79-23
MPS MAYORISTA	Carrera 15 # 77-05 Oficina 307-308-Centro de alta Tecnología
MAKROCOMPUTO	Carrera 15 # 77-05 Oficina 315-Centro de alta Tecnología
POLUX SUMINISTROS	Carrera 15 # 77-05 Oficina 306-Centro de alta Tecnología
IMPRESISTEM SA	Calle 17 # 68 D-72

Elaborado por: La autora

9. ANÁLISIS DE OFERTA

Teniendo en cuenta la actividad económica en la cual se enfoca la creación de la nueva empresa, los principales competidores en la comercialización de productos tecnológicos son todos distribuidores de accesorios aglomerados en el centro comercial de la informática UNILAGO, y los locales ubicados en el centro de alta tecnología su actividad productiva es la venta de productos tecnológicos (Mouse, teclados, computadores, etc.). Otro competidor fuerte en el mercado de las TIC son los Retails, entre los cuales se encuentran Panamericana, Almacenes Éxito, Carrefour, Makro, Carulla, el Ley, que en la actualidad presentan gran diversidad de productos tecnológicos con sus diferentes precios debido a su tamaño y capacidad.

En el cuadro siguiente se relaciona algunos de estos importantes competidores, por las ventas realizadas en los últimos tres años de 2008 a 2010; como se evidencia cada año las ventas van en aumento y cada empresa ofrece diferentes alternativas de compra a sus consumidores. La información que se relaciona a continuación se encuentra reportada en la revista Dinero en el Ranking de las 5 mil empresas más grandes radicadas en Colombia. Así mismo se realiza un análisis comparativo de la competencia sobre los puntos débiles en relación al plan de negocios planteado.

Tabla 6: Listado de Retails más importantes en el mercado por sus ventas.

EMPRESA	Ventas (\$ Millones) 2008	Ventas (\$ Millones) 2009	Ventas (\$ Millones) 2010
ALMACENES ÉXITO	\$ 7.124.974	\$ 6.970.666	\$ 7.507.132
CARREFOUR	\$ 3.169.285	\$ 3.722.138	\$ 4.050.435
MAKRO	\$ 575.109	\$ 622.459	\$ 735.623
PANAMERICANA	\$ 349.969	\$ 387.549	\$ 442.112

Fuente: Edición Revista Dinero-años 2008-2009-2010

Tabla 7: Análisis comparativo de la competencia.

ANALISIS COMPARATIVO		
COMPETENCIA (Retails)	DEBILIDADES	FORTALEZAS
Almacenes Éxito	No en todos los puntos se encuentra tecnología.	Mayor número de canales de distribución.
Carrefour	Ubicación alejada.	Desarrollo de marcas propias.
Makro	Falta de canales de distribución.	Principal mayorista del país en grandes superficies.
Panamericana	Precio de venta elevado.	Ubicación estratégica.
Locales UNILAGO	Producto de dudosa procedencia.	Alta variedad de productos y servicios.

EMPRESA	COMPETENCIA	NUESTRA EMPRESA
Almacenes Éxito	No en todos los puntos se encuentra tecnología	Llevar el producto directamente a la empresa.
Carrefour	Ubicación alejada	Se realiza desplazamiento hacia el cliente.
Makro	Falta de canales de distribución	El desplazamiento se realizara donde se encuentre ubicado el cliente.
	Transporte con costo	Transporte no representara costo adicional.
Panamericana	Precio de venta elevado	Precio de venta más bajo que la competencia.
Locales UNILAGO	Producto no legales	Las mejores marcas de la más alta calidad.

Elaborado por: La Autora

10. DIAGNOSTICO PARA LOS FACTORES DE LOCALIZACION

La nueva empresa a localizar se encuentra dentro del sector de las Tic, sector que ha tenido crecimiento significativo en Colombia y el mercado a abarcar es bastante grande. Y para no incurrir en pérdidas por la mala ubicación se determina como factores importantes la cercanía del mercado, así como la cercanía a los proveedores, evitando así los altos costos en transporte.

10.1 PONDERACION DE FACTORES

Localización de una empresa es el lugar elegido por el empresario de una nueva empresa o una empresa ya constituida para la realización de su actividad económica, en los dos casos de localización se deberá trasladar todos los factores de producción que son los diferentes recursos que contribuyen a la producción del producto. Se trata

de una decisión importante que no debe ser tomada de manera apresurada ya que esto requiere de una gran inversión.

Para la toma de decisiones del lugar más óptimo para la localización de la empresa, se tienen en cuenta los factores que predominan:

1. Mano de Obra-Disponibilidad, adicional el costo varía dependiendo de la zona.
2. Mercado- proximidad donde se encuentran los clientes
3. Comunicaciones y Transporte-Infraestructura existe y sus costos
4. Servicios públicos- Disponibilidad
5. Características climatológicas y geográficas
6. Aspectos Fiscales y financieros
7. Actitudes de la Comunidad
8. Materia prima y otros suministros
9. Costos del terreno
10. Desarrollo económico de la zona
11. Factores climáticos
12. Marco jurídico
13. Preferencias personales

No todas las empresas tienen el mismo criterio para elegir los factores de localización.

En el caso de:

- Las fábricas y almacenes el lugar geográfico óptimo depende que el total de los costes de distribución sean mínimos.

- Los establecimientos de servicios como centros comerciales, tiendas, restaurantes, hoteles, bancos etc. Validan los factores del tamaño del local, la proximidad de los clientes (demanda), excelente infraestructura de fácil acceso,
- Las empresas dedicadas al prestar servicios de urgencias, determinan que puedan prestar de manera inmediata el servicio requerido.
- Las empresas que requieren de grandes superficies como lo son las refinerías de petróleo, fábrica de auto partes, se ubican fuera de la zona urbana con ello se busca obtener un terreno más económico.

Así como se validan los diferentes factores de localización dependiendo de la actividad productiva de cada empresa, se debe tener en cuenta el tamaño de la misma la capacidad que tiene cada una de ellas para satisfacer la demanda. Según el tamaño las empresas se clasifican en Micro, pequeña, mediana y grandes empresas.

- **Microempresa:** Puede tener entre 1 a 5 trabajadores
- **Pequeña empresa:** Cuenta con 6 a 50 trabajadores
- **Mediana empresa:** Tiene entre 50 a 400 trabajadores
- **Gran Empresa:** siendo la empresa más grande posee más de 400 trabajadores.

Es de aclarar que la importancia de los factores de localización depende de la actividad económica de cada empresa no todos los factores tiene la misma importancia. Obedeciendo a la necesidad de la empresa se ponderarán los factores más importantes

por medio del método cuantitativo que de acuerdo a definición de Licesio J. Rodríguez-Aragón son “Técnicas cinticas usadas a la hora de tomar decisiones”. Este método se vale de la recolección y análisis de datos para probar teorías apoyándose en la medición numérica y en el análisis de tipo estadístico. Por consiguiente existen diferentes métodos cuantitativos para la localización entre los cuales podemos mencionar los métodos de factores ponderados, el método de centro de gravedad y el método de transporte.

El método de factores ponderados, según la definición de (Vertice, 2007) es un método que consiste en “asignar un peso de importancia (ponderación) a todos los factores que concurren en la decisión de ubicarse en un determinado lugar; ello permite poder reunir y “sumar” las premisas cualitativas con las cuantitativas”. Para su aplicación se puede estructurar y seguir los siguientes pasos:

- Identificar los factores considerados como los más relevantes para la decisión.
- Asignar a cada factor una ponderación (peso) según la importancia de cada empresa, deben ir en vía con lo que se quiere lograr.
- Elegir una escala para puntuar cada factor. Ejemplo de 1 a 10, ó 1 a 100
- Calificar cada lugar potencial de acuerdo a la escala escogida
- Multiplicar las calificaciones por las ponderaciones (peso)
- Sumar los puntos de cada lugar y escoger la ubicación con más puntos

De acuerdo a la anterior metodología de aplicación del método de factores ponderados, a continuación se relaciona el resultado para la creación de la nueva empresa con actividad económica comercialización de productos tecnológicos, teniendo en cuenta

que se toma como macro localización la localidad de chapinero, es importante mencionar que dicha localidad fue seleccionada por que tiene gran actividad económica en cuanto a tecnología por la ubicación que tiene el centro comercial Unilago y el centro de alta tecnología, adicional los grandes mayoristas de tecnología radicados en Colombia (MPS, POLUX, INTCOMEX) tienen sus bodegas radicadas en el mismo espacio, por lo cual se tomo la decisión de hallar locaciones cercanas a dichos establecimientos, esto con el fin de lograr costos mínimos de transporte, así como la importancia de tener el mercado y los proveedores cerca en este caso son los mayoristas. Con todo y lo anterior se toma como micro localización tres opciones, las cuales de determinan de la siguiente manera: Opción **A**: ubicado en Calle 73 # 10-10; Opción **B**: ubicado en Calle 79 # 18-34, y Opción **C**: hallado en la Calle 79 # 14-56, al seleccionar las diferentes alternativas en este caso son tres el proceso siguiente es la evaluación de las mismas teniendo en cuenta los factores de localización más relevantes. Para tomar la decisión de la mejor opción de localización para la nueva empresa a continuación se relacionan los diferentes métodos para la toma de decisiones.

Tabla 8: Alternativas de localización por método de ponderación de factores

FACTORES	PESO EN %	ALTERNATIVAS ESCALA 1-10		
		A	B	C
Mano de Obra	10%	5	5	5
Mercado	30%	8	7	7
Comunicaciones y Transporte	15%	7	6	6
Servicios públicos	5%	3	4	3
Características climatológicas y geográficas	5%	3	4	5
Aspectos Fiscales y financieros	5%	3	6	5
Actitudes de la comunidad	5%	3	6	7

Materia prima y otros suministros	25%	9	7	8
Totales	100%	6,8	2,46	2,7

Fuente: Vértice. (2007). Dirección de Operaciones. En Vértice, Dirección de Operaciones (págs. 123-124)

Elaborado por: La autora

Teniendo en cuenta los resultados se puede determinar que las alternativas **B** y **C** tienen la puntuación más baja por lo cual se rechazan debido a que no cumplen con los requisitos para la óptima localización. Por otro lado se puede evidenciar que la alternativa **A** tiene la puntuación más alta, tiene la ventaja de estar cerca de la fuente de abastecimiento de Materias primas, así mismo se encuentra cerca del Mercado (proximidad a los clientes) en otras palabras la mejor ubicación es la alternativa **A**.

11. ANALISIS PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA

La finalidad es demostrar que a través del uso de los diferentes modelos y métodos de localización se puede diseñar un modelo matemático, por ello a continuación se presentan diferentes métodos de localización en los cuales se incluyen tres alternativas de localización orientadas al análisis de los costos y los factores más importantes para encontrar la mejor ubicación en este caso de una nueva empresa con actividad económica de comercializar productos tecnológicos.

11.1 CENTRO DE GRAVEDAD

Para encontrar la mejor localización el método de centro de gravedad tiene en cuenta la proximidad de los mercados y los costos relacionados con el transporte. El objetivo

central es localizar la empresa de tal manera que el costo total de transporte sea el mínimo. A continuación se relaciona el procedimiento y el resultado para determinar la posición geográfica de las alternativas de localización a través de un plano de coordenadas cartesianas:

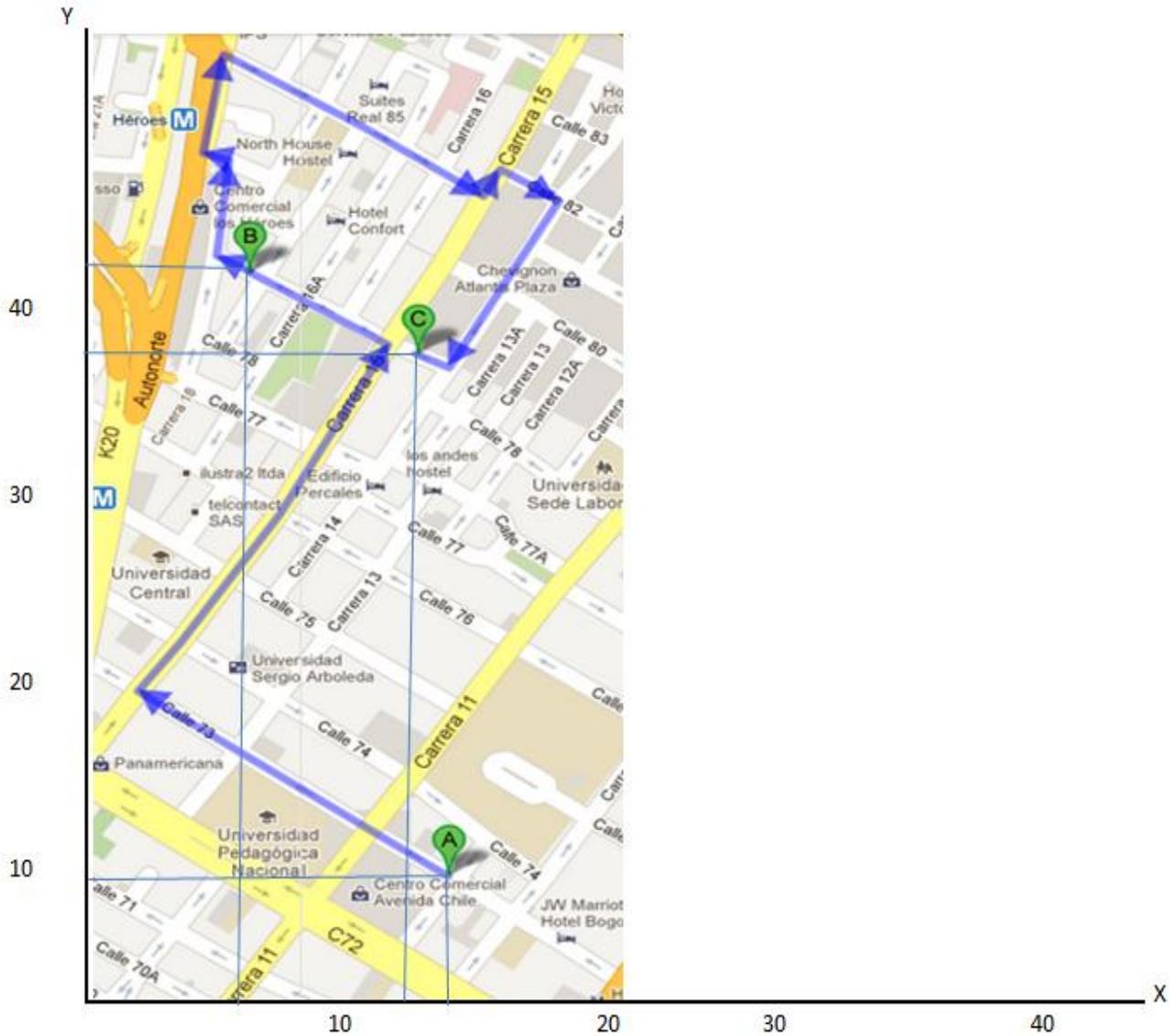


Figura 9: Posición de las alternativas de localización para la nueva empresa, en el plano cartesiano.

Fuente: <http://maps.google.es/>

Elaborado por: La autora

Como se menciono anteriormente se tienen tres alternativas de localización para determinar el sitio adecuado para ubicar la nueva empresa los cuales se determinaron en el plano de coordenadas, en la figura 9 se encuentran relacionadas las tres alternativas de localización, las coordenadas halladas en el plano (X, Y); los costos variables totales determinados por C_i , así mismo las cantidades a vender por cada ubicación determinadas por V_i

C_i = Costos Totales Variables

V_i = Cantidades a vender por cada localización

Tabla 9: Datos iniciales de las alternativas de localización

ALTERNATIVAS	COORDENADAS (X,Y)	C_i	V_i	C_iV_i
1	12,10	\$ 1.672.113	695	\$ 1.162.118.459
2	6,42	\$ 1.671.870	695	\$ 1.161.949.991
3	13,38	\$ 1.671.805	695	\$ 1.161.904.204
Σ		\$ 5.015.788	2085	\$ 3.485.972.653

Fuente: Datos Localización y distribución de instalaciones

Elaborado por: La autora

De acuerdo a lo anterior se procede a hallar el valor de $\Sigma C_iV_i/2$ por lo que se toma el total de la figura 5 C_iV_i y se divide por dos y se tiene el siguiente resultado:

$$\Sigma C_iV_i/2 = \$ 3.485.972.653/2$$

$$\Sigma C_iV_i/2 = \$ 1.742.986.327$$

Posterior se realiza ordenamiento de menor a mayor según la abscisa Xi, quedando de la siguiente manera.

Tabla 10: Ordenamiento de alternativas de localización de menor a mayor según valor de la abscisa.

ALTERNATIVAS	COORDENADAS Xi	CiVi	CiVi ACUMULADO
2	6	\$ 1.161.949.991	\$ 1.161.949.991
1	12	\$ 1.162.118.459	\$ 2.324.068.450
3	13	\$ 1.161.904.204	\$ 3.485.972.654

Fuente: Datos Localización y distribución de instalaciones

Elaborado por: La autora

Así como el paso anterior para hallar Xi, en el siguiente cuadro se realiza el ordenamiento de acuerdo al valor de la ordenada Yi.

Tabla 11: Ordenamiento de alternativas de localización de menor a mayor según valor de la ordenada.

ALTERNATIVAS	COORDENADAS Yi	CiVi	CiVi ACUMULADO
2	10	\$ 1.161.949.991	\$ 1.161.949.991
3	38	\$ 1.161.904.204	\$ 2.323.854.195
1	42	\$ 1.162.118.459	\$ 3.485.972.654

Fuente: Datos Localización y distribución de instalaciones

Elaborado por: La autora

De acuerdo a los resultados del CiVi Acumulado de las figuras 6 y 7 se escoge el primer valor que supere el valor hallado según la fórmula $\sum CiVi/2$ el cual corresponde a \$ 1.742.986.327 en la figura 6 se observa que el primer valor que supera el valor medio anteriormente mencionado corresponded al valor de \$ 2.324.068.450 donde la abscisa es igual a doce $Xi=12$ encontrándose en la posición de la alternativa número uno, en la tabla 7 el valor que supera el valor medio es \$ 2.323.854.195 con una ordenada de $Yi=38$ con posición en la alternativa numero tres. De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que la mejor ubicación para la nueva empresa se encuentra ya sea en la alternativa 1 y/o en la alternativa 3 con coordenadas (12,38).

11.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

El objetivo del punto de equilibrio es encontrar que los costos y los ingresos sean iguales hallando el punto en pesos y unidades. Esta herramienta es importante para toda empresa, ya que permite determinar la capacidad que deben tener las instalaciones, para lograr rentabilidad se debe operar por encima del punto establecido. Para realizar el análisis del punto de equilibrio se deben determinar los costos fijos y los costos variables.

- **Costos Fijos:** Corresponden a los costos que se deben asumir de manera mensual independientemente si se produce o no, son gastos que no cambian. Sus principales componentes son : Arriendo, impuestos, salarios

- **Costos Variables:** A diferencia de los costos fijos estos costos si cambian de acuerdo al volumen de unidades producidas. Sus principales componentes son: Mano de obra, materia prima, servicios públicos.

Para determinar el punto de equilibrio se pueden seguir los siguientes pasos básicos:

1. Determinar los costos fijos y los costos variables de cada sitio.
2. Realizar una gráfica trazando una línea como costo total este es el resultado de la suma de todos los costos fijos y variables.
3. Identificar los rangos de los sitios que se tiene el costo más bajo.

En las tablas siguientes se relacionan los costos totales (fijos y variables) concernientes a cada alternativa de localización discriminadas en A, B y C, así mismo se relaciona la grafica de punto de equilibrio, se realiza igualación de las ecuaciones (costos totales A, B y C) para hallar Q1 y Q2 lo cual dará el origen a la intersección.

OPCION A			
COSTOS FIJOS	VALOR \$	COSTOS VARIABLES	VALOR \$
Mano de obra Directa	\$ 589.500	Agua-consumo basico \$/m3	\$ 3.999,57
Internet Móvil	\$ 40.000	Luz-kwh industrial	\$ 395,32
Arriendo	\$ 1.037.000	Productos a Comercializar	\$ 1.667.718
Telefono celular	\$ 105.000	Mouse	
Escritorio	\$ 120.000	Teclados	
Silla con descansabrazos	\$ 170.000	Auriculares	
Costitucion de la empresa camara de comercio	\$ 1.200.000	Base Refrigerantes	
		Parlantes	
TOTALES	\$ 3.261.500		\$ 1.672.112,89
TOTAL Costos Fijos+Costos Variables		\$ 4.933.612,89	
	Total Costos Fijos	Total Costos Variables	Costos Totales
Q-Cantidad	\$ 3.261.500	\$ 1.672.112,89	
10			\$ 19.982.628,93
50			\$ 86.867.144,66
100			\$ 170.472.789,32
300			\$ 504.895.367,96
500			\$ 839.317.946,60
700			\$ 1.173.740.525,24
1000			\$ 1.675.374.393,20

$$CTA = CF + CV * Q$$

Tabla 12: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización **A**

Elaborado por: La autora

De acuerdo a resultado en la opción A se evidencia que los costos totales corresponden al total de \$ 4.933.613

OPCION B			
COSTOS FIJOS	VALOR \$	COSTOS VARIABLES	VALOR \$
Mano de obra Directa	\$ 589.500	Agua-consumo basico \$/m3	\$ 3.757,17
Internet Móvil	\$ 40.000	Luz-kwh industrial	\$ 395,32
Arriendo	\$ 3.200.000	Productos a Comercializar	\$ 1.667.718
Telefono celular	\$ 105.000	<div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 2px;"> Mouse Teclados Auriculares Base Refrigerantes Parlantes </div>	
Escritorio	\$ 120.000		
Silla con descansabrazos	\$ 170.000		
Costitucion de la empresa camara de comercio	\$ 1.200.000		
TOTALES	\$ 5.424.500		
TOTAL Costos Fijos+Costos Variables		\$ 7.096.370,49	
	Total Costos Fijos	Total Costos Fijos	Costos Totales
Q-Cantidad	\$ 5.424.500	\$ 1.671.870,49	
1			\$ 7.096.370,49
50			\$ 89.018.024,66
100			\$ 172.611.549,32
300			\$ 506.985.647,96
500			\$ 841.359.746,60
700			\$ 1.175.733.845,24
1000			\$ 1.677.294.993,20

$$CT=CF+CV*Q$$

Tabla 13: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización **B**

Elaborado por: La autora

Para la opcion B los costos totales se tuvo como resultado la suma de \$ 7.096.370,49, valor superior a la opcion A y C.

OPCION C			
COSTOS FIJOS	VALOR \$	COSTOS VARIABLES	VALOR \$
Mano de obra Directa	\$ 589.500	Agua-consumo basico \$/m3	\$ 3.757,17
Internet Móvil	\$ 40.000	Luz-kwh industrial	\$ 329,44
Arriendo	\$ 2.138.000	Productos a Comercializar	\$ 1.667.718
Telefono celular	\$ 105.000	Mouse	
Escritorio	\$ 120.000	Teclados	
Silla con descansabrazos	\$ 170.000	Auriculares	
Costitucion de la empresa camara de comercio	\$ 1.200.000	Base Refrigerantes	
		Parlantes	
TOTALES	\$ 4.362.500		\$ 1.671.805
TOTAL Costos Fijos+Costos Variables		\$ 6.034.304,61	
	Total Costos Fijos	Total Costos Fijos	Costos Totales
Q-Cantidad	\$ 4.362.500	\$ 1.671.804,61	
1			\$ 6.034.304,61
50			\$ 87.952.730,30
100			\$ 171.542.960,60
300			\$ 505.903.881,80
500			\$ 840.264.803,00
700			\$ 1.174.625.724,20
1000			\$ 1.676.167.106,00

$$CT = CF + CV * Q$$

Tabla 14: Relación de costos totales (variables y fijos) para la opción de localización **C**

Elaborado por: La autora

Para la opción C se evidencia que el total de los costos \$ 6.034.304,61, es el valor intermedio de las tres opciones aunque sigue siendo alto. A diferencia de la opción A en la cual los costos son menores que las otras dos opciones.

Debido a que las diferencias entre los costos y las cantidades de cada punto no son significativas el punto de intersección en la grafica no es sobresaliente ya que como se evidencia en la ecuacion de igualacion los puntos Q1 y Q2 arrojaron el mismo resultado

1.

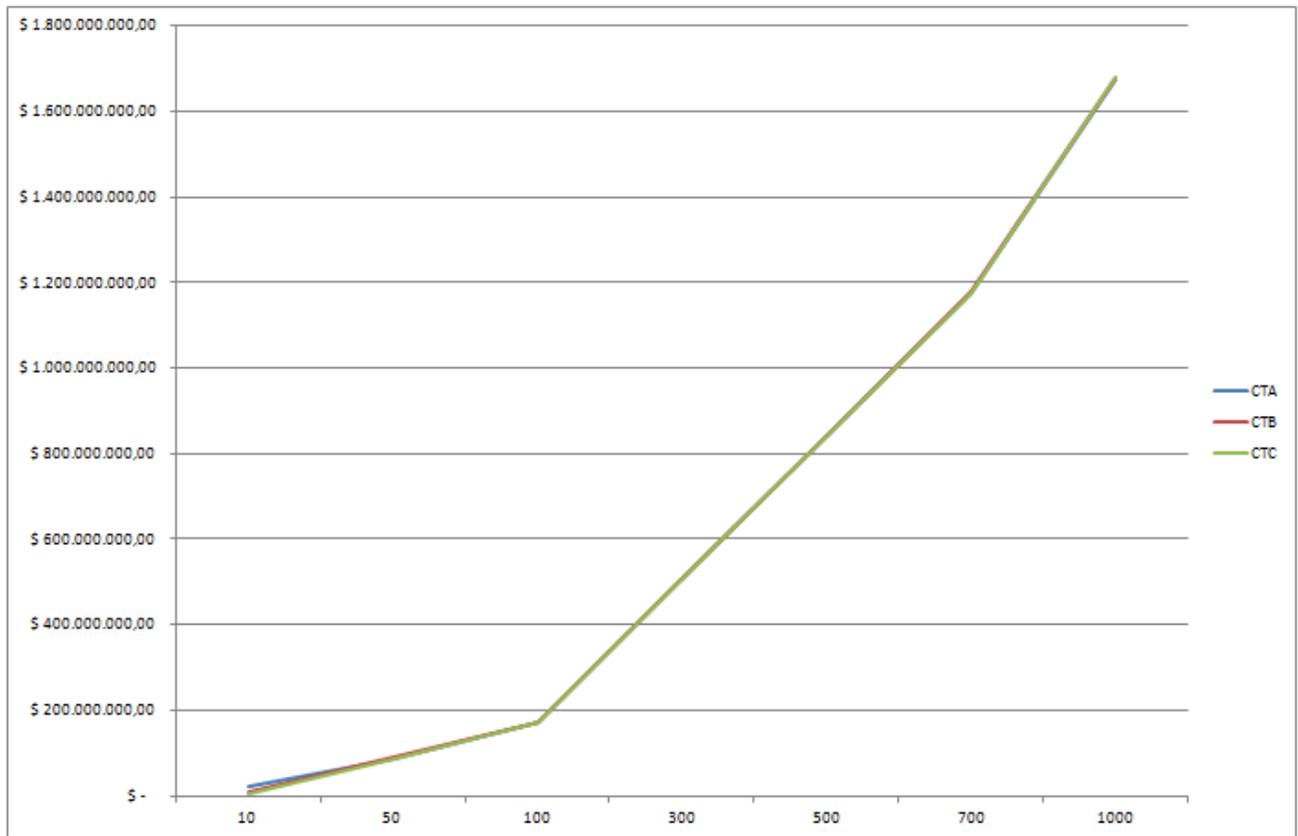


Tabla 15: Intersección del punto de equilibrio

Fuente: Datos Localización y distribución de instalaciones

Elaborado por: La autora

Método de Igualación			
CTA	=	CFA+CVA	* Q
CTB	=	CFB+CVB	* Q
Despejar Q			
CTA	=	\$ 3.261.500 + \$ 1.672.113	* Q
CTB	=	\$ 5.424.500 + \$ 1.671.870	* Q
Q	=	\$ 3.261.500 + \$ 1.672.113	Q = \$ 5.424.500 + \$ 1.671.870
Q	=	\$ 4.933.613 + \$ 7.096.370	
Q1	=	1	
CTB	=	CFB+CVB	* Q
CTC	=	CFC+CVC	* Q
CTB	=	\$ 5.424.500 + \$ 1.671.870	* Q
CTC	=	\$ 4.362.500 + \$ 1.671.805	* Q
Q	=	\$ 5.424.500 + \$ 1.671.870	Q = \$ 4.362.500 + \$ 1.671.805
Q	=	\$ 7.096.370 + \$ 6.034.305	
Q2	=	1	

Tabla 16: Ecuación de igualación que dan origen a la intersección

Fuente: Datos Localización y distribución de instalaciones

Elaborado por: La autora

CTA: Costos totales de la opción A

CTB: Costos totales de la opción B

CTC: Costos totales de la opción C

Q: Volumen-Cantidad

Por lo anterior se hace necesario tomar la decisión teniendo en cuenta los costos totales de cada punto, en este caso el punto **A** es la mejor opción de localización dado que la suma de los costos fijos y variables son los menores en comparación con **B** y **C**

TOTAL Costos Fijos+Costos Variables_A	\$ 4.933.613
TOTAL Costos Fijos+Costos Variables_B	\$ 7.096.370
TOTAL Costos Fijos+Costos Variables_C	\$ 6.034.305

Tabla 17: Relaciono costos totales de las tres opciones A-B-C

Elaborado por: La autora

Adicional a que presenta los menores costos este punto es el ideal por:

- La ubicación se encuentra en carcania de principales avenidas (Novena-Once-Septima).
- Importante cercanía a clientes del sector Bancario, universitario.
- Cercanía a proveedores.
- Disponibilidad de servicios públicos.
- Cercanía a los competidores.
- Ubicado en un sector con ambiente de tranquilidad.
- No tiene costo la administración.
- Los costos totales son mínimos.
- Cuenta en sus alrededores con gran infraestructura vial.
- Se encuentra en una zona de buena calidad de vida.
- El tamaño del sitio es el adecuado.

12. DEMANDA POTENCIAL

Para realizar el diseño del modelo matemático es importante tener en cuenta la demanda para el producto ofrecido, la nueva empresa que se encuentra en el sector de las Tic por su actividad económica, pretende abarcar el mercado de la localidad de Chapinero la cual cuenta según información de Secretaría de Planeación del Distrito (Distrital, 2012) con una población de 135.160 aproximadamente. Otro de los datos que se han conseguido en fuentes secundarias son las ventas en \$ de la competencia en este caso los Retails (Almacenes Éxito, Carrefour, Makro, Panamericana) dado que la proyección en ventas de la nueva empresa debe ser alta se procede a tomar el valor más alto de dichas ventas la cual corresponde a la cantidad de \$ 7.507.132, otra de las fuentes de información corresponde al punto del documento ANALISIS Y ESTUDIO DEL MERCADO, en este punto se logra evidenciar en la grafica expuesta la tendencia de crecimiento en ventas de los PC en Colombia con un porcentaje en el año 2010 del 23%. De acuerdo a lo anterior se procede al cálculo de la demanda potencial siguiendo la siguiente ecuación:

Participación del mercado	=	Demanda Potencial	*	Aspiracion de ventas
---------------------------	---	-------------------	---	----------------------

Al reemplazar datos en la ecuación tenemos como resultado las ventas a la que la nueva empresa aspira realizar con su equipo de trabajo.

Participación del mercado	=	\$	7.507.132	*	23%
Participación del mercado	=	\$	1.726.640		

La empresa comercializara 5 tipos de productos discriminados en (Mouse, Teclados, Auriculares, parlantes y Base refrigerantes) por lo que con el resultado anterior se calculara la demanda de cada producto asignando porcentaje % según los productos con más demanda quedando de la siguiente manera:

Producto	%	Participación	Demanda por Producto
Mouse	30	\$ 1.726.640	517992
Teclados	30	\$ 1.726.640	517992
Auriculares	15	\$ 1.726.640	258996
Parlantes	15	\$ 1.726.640	258996
Bases refrigerantes	10	\$ 1.726.640	172664

Tabla 18: Demanda potencial para cada producto

Elaborado por: La autora

13. DISEÑO DEL MODELO DE LOCALIZACIÓN CON PROGRAMACIÓN LINEAL

Para el diseño de un modelo es necesario determinar el problema de estudio para reunir datos relevantes, es por ello necesario describir el problema de localización de una nueva empresa con actividad económica comercializar productos tecnológicos, por esta razón en el documento se le está dando importancia a las Tic, ya que como nueva empresa se debe evaluar si existe mercado en el cual se puede abarcar y no fallar en el intento en este caso el sector de las Tic en Colombia cada día va en crecimiento lo cual es muy positivo. Para ello es necesario seguir un procedimiento como se puede apreciar a continuación:

13.1 Planteamiento Del Problema De Localización

Para dar solución al problema identificado de localización, diseñara y ejecutara un modelo matemático que permita mostrar la mejor ubicación para la creación de una nueva empresa que su actividad económica es la comercialización de productos tecnológicos. La formulación del modelo matemático se realizara con ecuaciones lineales positivas.

PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN - MODELO MATEMÁTICO

Se quiere ubicar una nueva empresa llamada ERGOS TECNOLOGIA SAS dedicada a la comercialización de productos tecnológicos, inicialmente comercializará 5 tipos de producto: Mouse, Teclados, Auriculares, Base Refrigerantes y parlantes. La empresa deberá satisfacer las necesidades que existen en el mercado.

PRODUCTO	DEMANDA Und / día	PRECIO DE VENTA	
MOUSE	517992	21.073	
TECLADOS	517992	42.340	
AURICULARES	258996	26.500	
BASES REFRIGERANTES	258996	39.990	
PARLANTES	172664	90.000	

Los diferentes productos a comercializar son adquiridos directamente de las empresas mayoristas de tecnología las cuales tienen contacto directo con los fabricantes. Y se encuentran ubicados en la localidad de Chapinero específicamente en cercanía del centro comercial de tecnología UNILAGO, por lo que los costos de transporte hacia los clientes son mínimos, adicional que los clientes se encuentran cerca de estos proveedores, por tal motivo la localidad de Chapinero se escogió para hallar el mejor sitio de localización. A continuación los costos totales se hallan multiplicando la Demanda por los costos totales de cada alternativa

OPCION LOCACION A_Calle 73 # 10-10	
PRODUCTO	COSTOS TOTALES
MOUSE	501.634
TECLADOS	501.634
AURICULARES	250.817
BASES REFRIGERANTES	250.817
PARLANTES	167.211

OPCION LOCACION B_Calle 79 # 18-34	
PRODUCTO	COSTOS TOTALES
MOUSE	501.561
TECLADOS	501.561
AURICULARES	250.781
BASES REFRIGERANTES	250.781
PARLANTES	167.187

OPCION LOCACION C_Calle 79 # 14-56	
PRODUCTO	COSTOS TOTALES
MOUSE	501.541
TECLADOS	501.541
AURICULARES	250.771
BASES REFRIGERANTES	250.771
PARLANTES	167.180

13.2 Formulación Matemática

La programación lineal es una herramienta importante que proporciona un tratamiento matemático de los problemas de las diferentes áreas economía, administración, transporte etc., que mediante modelización matemática permite resolverlos de forma numérica en términos generales consiste en optimizar una función objetivo (Minimizar costo total y/o Maximizar la utilidad) sujeto a una restricción. Existen dos modelos de programación lineal los cuales se relacionan a continuación:

1. Calcular x_i ($i=1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$)

$$\text{Minimizando } Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n a_{ij} \geq 0$$

$$x_i \geq 0$$

x_i = Variable de decisión

c_i = coeficientes de costos unitarios asociados a cada variable

a_i = coeficientes tecnológicos

b_i = Recursos disponibles

2. Calcular x_1 ($i=1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$)

$$\text{Maximizando } Z = \sum_{i=1}^m C_i X_i$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \leq b_j$$

$$x_i \geq 0$$

x_i = Variable de decisión

c_i = coeficientes de costos unitarios asociados a cada variable

a_i = coeficientes tecnológicos

b_i = Recursos disponibles

De acuerdo al punto anterior en el cual se determinó el problema, a continuación se formulará de manera matemática para su análisis en determinar el mejor lugar con mayor probabilidad para ubicar la nueva empresa. Para realizar el proceso de modelación se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- Definir las variables de Decisión
- Realizar el planteamiento de la función objetivo
- Identificar las restricciones del problema

Como primer paso se definen las variables de decisión, en el caso de ubicar la nueva empresa el insumo son los productos a comercializar los cuales se determinaron vender

la cantidad de 5 de ellos por lo que se definió variables del producto descritos de la siguiente manera:

PRODUCTO	VARIABLES
Mouse	M
Teclados	T
Auriculares	A
Bases Refrigerantes	M
Parlantes	P

La variable de decisión corresponde a que la venta de los productos depende de la ubicación en la cual se establezca la empresa que en este caso se tienen tres alternativa de localización opción A, opción B y opción C, representado como:

X_{ij} = Cantidad de productos disponibles de i para poder producir j .

i = Productos M, T, A, B, P

j = Locaciones A, B, C

FORMULACIÓN MATEMÁTICA

1. DEFINICION DE LA VARIABLE

X_{ij} = Cantidad de productos disponibles de i para poder producir j .

i = Productos M, T, A, B, P

j = Locaciones A, B, C

VARIABLES POR PRODUCTO:	
M	$XMA + XMB + XMC$
T	$XTA + XTB + XTC$
A	$XAA + XAB + XAC$
B	$XBA + XBB + XBC$
P	$XPA + XPB + XPC$

VARIABLES POR LOCACIÓN	
A	$XAM + XAT + XAA + XAB + XAP$
B	$XMB + XTB + XAB + XBB + XPB$
C	$XMC + XTC + XAC + XBC + XPC$

Tabla 19: Definición de variables

Elaborado por: La autora

Para encontrar la mejor solución al problema de la localización, se establece como función objetivo la Minimización de los costos de operación incluyendo los datos de precio de venta y la demanda óptima los cuales se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 20: Planteamiento de la función objetivo

<p>2. FORMULACIÓN FUNCIÓN OBJETIVO</p> <p>Minimizar Z = COSTOS DE OPERACIÓN</p> <p>FO = [21073 (XAM+XBM+XCM) - 501.634 (XAM) - 501.561 (XBM) - 501.541 (XCM)]</p> <p>+ 42340 (XAT+XBT+XCT) - 501.634 (XAT) - 501.561 (XBT) - 501.541 (XCT)]</p> <p>+ 26500 (XAA+XBA+XCA) - 250.817 (XAA) - 250.781 (XBA) - 250.771 (XCA)]</p> <p>+ 39990 (XAB+XBB+XCB) - 250.817 (XAB) - 250.781 (XBB) - 250.771 (XCB)]</p> <p>+ 90000 (XAP+XBP+XCP) - 167.211 (XAP) - 167.187 (XBP) - 167.180 (XCP)]</p>

Elaborado por: La autora

Tabla 21: Definición de las restricciones**3. RESTRICCIONES**

$$XAM+XBM+XCM \geq 517992$$

$$XAT+XBT+XCT \geq 517992$$

$$XAA+XBA+XCA \geq 258996$$

$$XAB+XBB+XCB \geq 258996$$

$$XAP+XBP+XCP \geq 172664$$

Elaborado por: La autora

13.3 Solución Del Modelo

La solución del modelo se realiza utilizando la herramienta de Excel Solver con esto se busca determinar la mejor opción de localización para la nueva empresa. Y para ello se debe seguir los siguientes pasos para su formulación de acuerdo a lo referenciado en el libro (Anderson-Sweeney-Williams, 2004):

Paso 1: Introduzca los datos del problema en la hoja de cálculo a trabajar, primero que todo se debe entender el problema.

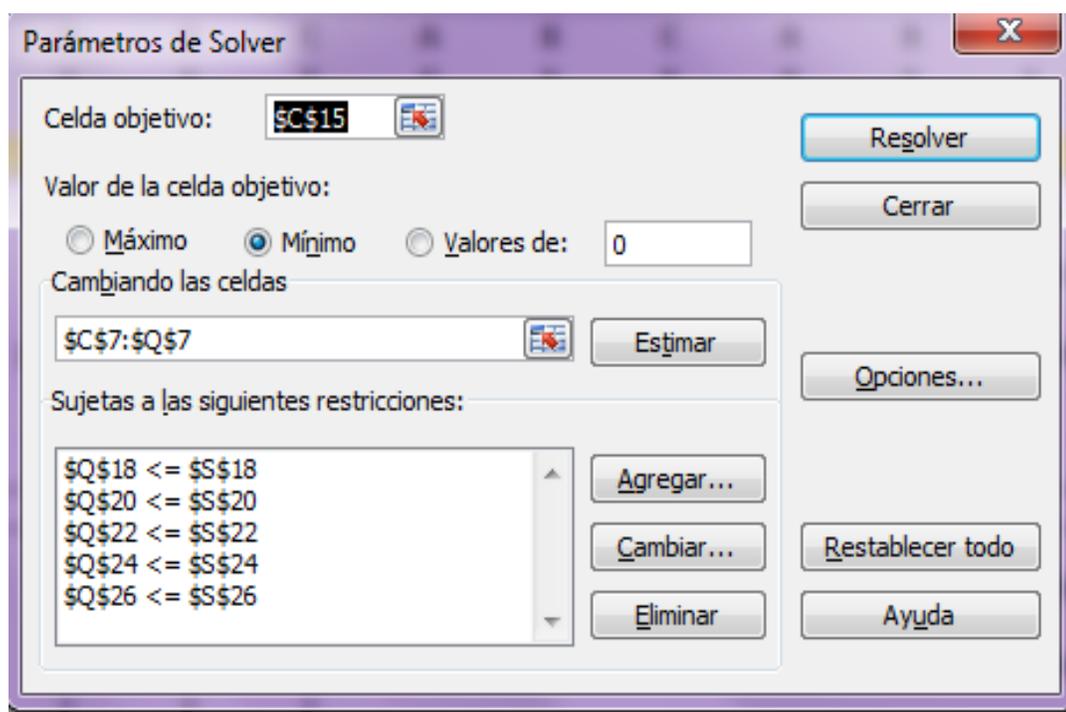
Paso 2: Realizar la definición de variables posterior especificar las celdas en la hoja de cálculo para estas variables de decisión.

Paso 3: Definir Objetivo, seguido seleccionar la celda en la cual se determinara el valor de la función objetivo (Maximizar y/o Minimizar).

Paso 4: Seleccione una celda e introduzca una fórmula para calcular cada restricción.

Siguiendo los pasos anteriores se obtiene la tabla siguiente dando solución al Modelo, con ayuda de la herramienta de Solver Excel Microsoft al dar la opción **Resolver**.

Tabla 22: Cuadro de dialogo parámetros de Solver para el problema de localización



Elaborado por: La autora

Tabla 23: Solución del modelo

FORMULACIÓN MATEMÁTICA																		
	M	M	M	T	T	T	A	A	A	B	B	B	P	P	P			
VARIABLES	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	517992	0	0	517992	0	0	258996	0	0	258996	0	0	172664	0	0			
FO	21073	21073	21073	42340	42340	42340	26500	26500	26500	39990	39990	39990	90000	90000	90000			
	501.634	501.561	501.541	501.634	501.561	501.541	250.817	250.781	250.771	250.817	250.781	250.771	167.211	167.187	167.180			
	-2,48927E+11	0	0	-2,4E+11	0	0	-6E+10	0	0	-5,5E+10	0	0	-1,3E+10	0	0			
	-612869365654																	
RESTRICCIONES	1	1	1													MAYOR 517992		
																517992	517992	
				1	1	1											MAYOR 517992	
																	517992	517992
							1	1	1								MAYOR 258996	
																	258996	258996
										1	1	1					MAYOR 258996	
																	258996	258996
													1	1	1	MAYOR 172664		
																172664	172664	

Elaborado por: La autora

13.4 Análisis del modelo

Teniendo en cuenta la información arrojada por la herramienta Solver, se puede evidenciar que es un modelo óptimo, debido a que arrojó como mejor opción para localizar la nueva empresa la opción **A** ubicada en la dirección Calle 73 # 10-10, el modelo determinó que esta ubicación optimiza las utilidades, minimiza los costos de operación y satisface la demanda de los productos establecidos previamente.

Tabla 24: locación óptima para localizar la nueva empresa, con sus costos

OPCION LOCACION A_Calle 73 # 10-10	
PRODUCTO	COSTOS TOTALES \$
MOUSE	501.634
TECLADOS	501.634
AURICULARES	250.817
BASES REFRIGERANTES	250.817
PARLANTES	167.211

Elaborado por: La autora

14. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Con la solución del modelo en Solver se encuentra el siguiente informe de análisis de sensibilidad el cual es importante para la toma de decisiones debido a que los problemas reales ocurren en un ambiente sujeto a rápidas transformaciones. De acuerdo a definición del libro (Anderson-Sweeney-Williams, 2004) se conoce Análisis de Sensibilidad al “estudio de cómo los posibles cambios en los coeficientes de un problema de programación lineal afectan a la solución óptima”. Con este análisis se podrá realizar cambios en la función objetivo y en el valor de las restricciones.

El análisis de sensibilidad indica cuánto puede disminuir o aumentar el valor actual del coeficiente de la función objetivo y se calcula con la siguiente ecuación:

FUNCION OBJETIVO		
Disminución Permisible	=	Valor Actual-Limite inferior
Aumento Permisible	=	Límite superior-Valor Actual

Al reemplazar la ecuación con los datos arrojados en el informe 1 sobre los límites en el cual se asignaron los nombres de Valor Min, Valor Max y las Variables obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 25: Informe Numero 1 de la solución arrojada por Solver Excel, relación de los límites.

Objetivo		
Celda	Nombre	Valor
\$B\$15	X	-612869365654

CALCULOS PARA ANALISIS SENSIBILIDAD
DE LAS VARIABLES EN LA FUNCIÓN
OBJETIVO

Variable			Inferior Objetivo		Superior Objetivo		VALOR MIN	VALOR MAX	VARIABLES
Celda	Nombre	Valor	Límite	Resultado	Límite	Resultado			
\$B\$7	X	517992	0	-3,64E+11	517992	-6,13E+11	-3,63943E+11	-6,12869E+11	XAM
\$C\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XBM
\$D\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XCM
\$E\$7	X	517992	0	-3,75E+11	517992	-6,13E+11	-3,74959E+11	-6,12869E+11	XAT
\$F\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XBT
\$G\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XCT
\$H\$7	X	258996	0	-5,55E+11	258996	-6,13E+11	-5,54772E+11	-6,12869E+11	XAA
\$I\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XBA
\$J\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XCA
\$K\$7	X	258996	0	-5,58E+11	258996	-6,13E+11	-5,58266E+11	-6,12869E+11	XAB
\$L\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XBB
\$M\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XCB
\$N\$7	X	172664	0	-6E+11	172664	-6,13E+11	-5,99538E+11	-6,12869E+11	XAP
\$O\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XBP
\$P\$7	X	0	0	-6,13E+11	0	-6,13E+11	-6,12869E+11	-6,12869E+11	XCP

Fuente: Herramienta de Solver Excel Microsoft

Con el resultado anterior se realiza el analisis de sensibilidad cambiando todas las variables en la funcion objetivo respetando los limites Minimos y Maximos, obteniendo asi el siguiente resultado para la primera solución.

Teniendo en cuenta que los valores no se logran visualizar en la tabla anterior se imprime pantallazo de los resultados para su validación.

			M	M
VARIABLES	A			B
	X			X
	1			2
			-3,63943E+11	-6,12869E+11
FO		21073		21073
		501.634		501.561
		1,74897E+17		2,94476E+17
		2415238701334250000		RESPUESTA FUNCION OBJETIVO
RESTRICCIONES		1		1

El análisis final corresponde a que la función objetivo incrementa con la utilización de todas las variables del modelo adaptándolos a los mínimos requeridos.

En la tabla siguiente se relaciona la segunda solución del análisis de sensibilidad cambiando en las variables de la función objetivo con valores asignados inicialmente de la solución el modelo.

Al igual que la tabla anterior se toma el pantallazo de los datos para establecer que la función objetivo incrementa con la utilización de algunas de las variables del modelo adaptándolos a los mínimos requeridos.

		M	M
VARIABLES	A	1	0
	X	1	2
		-3,63943E+11	0
FO		21073	21073
		501.634	501.561
		1,74897E+17	0
		647058087157684000	
RESTRICCIONES		1	1

VALORES CAMBIADOS EN LAS VARIABLES SEÑALADAS EN ROJO

NUEVO VALOR DE FUNCION OBJETIVO OBJETIVO CON EL CAMBIO DE VARIABLES

Tabla 28: Informe Número 2 de la solución arrojada por Solver Excel, relación de las restricciones.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$7	X	517992	0	-480560,868	72,72	1E+30
\$C\$7	X	0	72,72	-480488,148	1E+30	72,72
\$D\$7	X	0	92,48616	-480468,3818	1E+30	92,48616
\$E\$7	X	517992	0	-459293,868	72,72	1E+30
\$F\$7	X	0	72,72	-459221,148	1E+30	72,72
\$G\$7	X	0	92,48616	-459201,3818	1E+30	92,48616
\$H\$7	X	258996	0	-224316,934	36,36	1E+30
\$I\$7	X	0	36,36	-224280,574	1E+30	36,36
\$J\$7	X	0	46,24308	-224270,6909	1E+30	46,24308
\$K\$7	X	258996	0	-210826,934	36,36	1E+30
\$L\$7	X	0	36,36	-210790,574	1E+30	36,36
\$M\$7	X	0	46,24308	-210780,6909	1E+30	46,24308
\$N\$7	X	172664	0	-77211,28932	24,24	1E+30
\$O\$7	X	0	24,24	-77187,04932	1E+30	24,24
\$P\$7	X	0	30,82872	-77180,4606	1E+30	30,82872

CALCULOS PARA ANALISIS
SENSIBILIDAD
DE LAS RESTRICCIONES

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	HOLGURA	PRECIO SOMBRA		VARIABLES
								MIN	MAX	
\$P\$18	X	517992	-480560,868	517992	1E+30	517992	0	0	1E+30	XAM
\$P\$20	X	517992	-459293,868	517992	1E+30	517992	0	0	1E+30	XAT
\$P\$22	X	258996	-224316,934	258996	1E+30	258996	0	0	1E+30	XAA
\$P\$24	X	258996	-210826,934	258996	1E+30	258996	0	0	1E+30	XAB
\$P\$26	X	172664	-77211,28932	172664	1E+30	172664	0	0	1E+30	XAP

Fuente: Herramienta de Solver Excel Microsoft

Con los resultado de la tabla anterior en la cual se relaciona el informe 2 en el cual estan relacionas las restricciones, se aplica la misma ecuacion que la funcion objetivo.

DISMINUCIÓN Y AUMENTOS PERMISIBLES DEL LADO DERECHO		
Disminución Permisible	=	Valor Actual-Limite inferior
Aumento Permisible	=	Límite superior-Valor Actual

En la tabla siguiente se muestra el análisis de sensibilidad cambiando en las variables en las restricciones con valores asignados inicialmente de la solución del modelo.

Al imprimir pantallazo para validar la información se analiza que la función objetivo incrementa con la utilización de algunas de las variables del modelo adaptándolos a los máximos requeridos en los coeficientes de las variables.

		VALORES CAMBIADOS EN LAS VARIABLES SEÑALADAS EN ROJO	M
VARIABLES	M		M
	A		B
	X		X
	1		2
		-3,63943E+11	0
FO		21073	
		501.634	
		1,74897E+17	0
		647058087157684000	
RESTRICCIONES		1E+30	1
	DATOS CALCULADOS NUEVAMENTE EN CADA COEFICIENTE DE LAS VARIABLES DE LA SOLUCION OPTIMA		

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo presentado en el diagnóstico y análisis de la información se concluye que se cumplió con el objetivo según lo mencionado a continuación:

- a. De acuerdo a lo anterior se estableció la Macro y Micro localización de la empresa.
- b. se logró identificar el sector en el cual se encuentra la empresa el cual corresponde a las Tic.
- c. Se establecieron los factores más importantes para la localización (Mercado-Proveedores).
- d. Se logra establecer la demanda potencial de acuerdo a los productos ofrecidos.
- e. Se calcularon los costos totales para cada opción de localización.

Para el segundo objetivo se logró definir el problema y se planteó matemáticamente en programación lineal en Solver Excel, relacionando la demanda para cada producto así mismo conectando los costos en cada una de las tres opciones de localización. Al establecer las variables de decisión se logró instaurar la función objetivo y las restricciones para cada variable, con los datos anteriores se realizó la formulación matemática. Al tener los datos montados en Excel Solver se procedió a dar solución al modelo cumpliendo así, el tercer objetivo. El resultado arrojó como la mejor ubicación la opción A por los bajos costos que representan en su operación. Como último se realizó el análisis de sensibilidad para la función objetivo y las restricciones, obteniendo resultados óptimos para cada iteración.

RECOMENDACIONES

Para la localización de plantas es necesario tener en cuenta los principales factores que afectarán la operación de la organización, con ello se podrá tomar la decisión de ubicar una nueva empresa y/o una ya existente. Se pudo establecer que de acuerdo a la actividad económica dependerá la ubicación de las instalaciones. Así como la selección de la Macro y Micro localización. De igual manera el uso de los diferentes métodos de localización (centro de gravedad, punto de equilibrio, ponderación de factores) es importante para tener una visión amplia frente a la información obtenida. En términos generales el uso de modelos matemáticos es una buena opción que debería la industria implementar para lograr la optimización de cualquier actividad y/o proceso.

16. BIBLIOGRAFIA

(s.f.).

Anderson-Sweeney-Williams. (2004). *MÉTODOS CUANTITATIVOS para los negocios*. Mexico: Thomson Learning.

Colombia, C. d.–R. (28 de 12 de 2010). *Análisis del sector TIC en Colombia: Evolución y Desafíos*. Recuperado el 18 de 02 de 2013, de Análisis del sector TIC en Colombia: Evolución y Desafíos: <http://www.crcom.gov.co/index.php?idcategoria=56571#>

DANE. (2011). *Indicadores Básicos de Tecnologías de Información y Comunicación –TIC para Colombia. Año 2011 Tenencia y uso de TIC en Hogares y por Personas de 5 y más años de edad*. Bogota: Boletín de Prensa.

Distrital, S. d. (07 de 2012). *SISTEMA DE EVALUACIÓN INTEGRAL PARA LA CALIDAD EDUCATIVA LOCALIDAD DE CHAPINERO*. Recuperado el 15 de 05 de 2013, de SISTEMA DE EVALUACIÓN INTEGRAL PARA LA CALIDAD EDUCATIVA LOCALIDAD DE CHAPINERO: http://www.sedbogota.edu.co/evaluacion/files/02Chapinero_julio2012.pdf

EDUTEKA. (01 de Septiembre de 2007). *EDUTEKA*. Recuperado el 04 de Febrero de 2013, de EDUTEKA: <http://www.eduteka.org/PorQueTIC.php>

Fedesof. (30 de 01 de 2012). *Fedesof*. Recuperado el 06 de 02 de 2013, de Fedesof: <http://www.fedesoft.org/noticiastic/acceso-las-tic-es-clave-para-el-crecimiento-economico>

García, F. A. (Abril de 2004). *APUNTES SOBRE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES*. Recuperado el 17 de Octubre de 2012, de APUNTES SOBRE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES: <http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfran/Asignaturas/ProduccionI/LOCALIZACIONdeINSTALACIONES.pdf>

IDC. (11 de 01 de 2013). *IDC Releases*. Recuperado el 18 de 02 de 2013, de IDC Releases: <http://mx.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1443>

Krajewski, L. J. (2000). *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*. Mexico: pearson.

León, G. (2008). *LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: Un enfoque moderno*. Recuperado el 19 de Octubre de 2012, de LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: Un enfoque moderno: <http://uat.gustavoleon.com.mx/Unidad%201A%20Introduccion.pdf>

Logísticos, L. D. (s.f.). *personales.upv.es*. Recuperado el 15 de 3 de 2013, de personales.upv.es: <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/5%20Localizaciion%20instalaciones.pdf>

marckqo. (Julio de 2011). *Buenas Tareas*. Recuperado el 20 de Octubre de 2012, de Buenas Tareas: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Criticas-y-Aportaciones-Al-Modelo-De/2520577.html>

Risa, J. S. (2003). *Programación lineal: una introducción a la toma de decisiones*. Mexico.

Secretaría de Cultura, R. y. (Noviembre de 2008). *Localidad de Chapineo Ficha Basica*. Recuperado el 07 de 02 de 2013, de Localidad de Chapineo Ficha Basica: www.culturarecreacionydeporte.gov.co/.../localidades/chapinero.pdf

Vertice. (2007). Dirección de Operaciones. En Vertice, *Dirección de Operaciones* (págs. 123-124). Vertice.

Anderson, David. Sweeney, Dennis. Williams, Thomas. (2004). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México. Editorial CENGAGE Learning.

Hiller, Frederick. Lieberman, Gerald. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México. Editorial McGraw Hill.

Hiller, Frederick. Hillier, Mark. (2008). *Métodos cuantitativos para administración*. México. Editorial McGraw Hill.

Render, Barry. Stair, Ralph. Hanna, Michael. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México. Editorial Pearson Prentice Hall.

Winston, Wayne L. (2008). *Investigación de operaciones. Aplicaciones y Algoritmos*. México. Editorial CENGAGE Learning. Krajewski, L. J. (2000). *Administración de operaciones: Estrategia y análisis*. Mexico: pearson. Risa, J. S. (2003). *Programación lineal: una introducción a la toma de decisiones*. Mexico.

León, G. (2008). *LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: Un enfoque moderno*. Recuperado el 19 de Octubre de 2012, de LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: Un enfoque moderno: <http://uat.gustavoleon.com.mx/Unidad%201A%20Introduccion.pdf>

marckqo. (Julio de 2011). *Buenas Tareas*. Recuperado el 20 de Octubre de 2012, de Buenas Tareas: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Criticas-y-Aportaciones-Al-Modelo-De/2520577.html>

García, F. A. (Abril de 2004). *APUNTES SOBRE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES*. Recuperado el 17 de Octubre de 2012, de APUNTES SOBRE LOCALIZACIÓN DE INSTALACIONES: <http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfra/Asignaturas/ProduccionI/LOCALIZACIONdeINSTALACIONES.pdf>

EDUTEKA. (01 de Septiembre de 2007). *EDUTEKA*. Recuperado el 04 de Febrero de 2013, de EDUTEKA: <http://www.eduteka.org/PorQueTIC.php>

LICENCIA DE USO – AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Isabel Saavedra Rubiano

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 622 326 906

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

El (Los) suscrito(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Diseño de un modelo matemática para
localización de plantas

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
(Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizo (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: <u>Isabel Sacedra</u>	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: <u>Isabel Sacedra</u>	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1022326906</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: <u>Ingeniería</u>	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Ing. de Producción</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: Isabel Sacedra