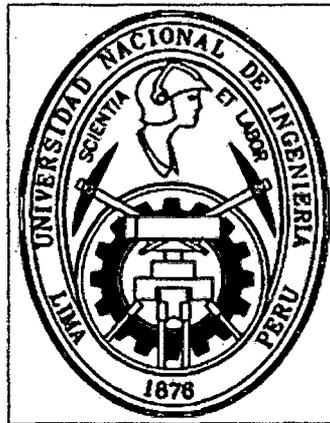


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**SECCION DE POST GRADO**



**MODELADO ÓPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA DE  
CENTROS COMERCIALES CON EL METODO DE ANALISIS  
ENVOLVENTE DE DATOS Y EL MODELO GRAVITATORIO**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PEDRO JIMENEZ LA ROSA**

**LIMA - PERU**

**2011**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

**DEDICATORIA:**

**A mi madre principal motor de mis sueños**

**AGRADECIMIENTO:**

A mis profesores por inculcarme, sus conocimientos y valores para enfrentar y resolver mis dudas ante la adversidad.

## INDICE

Portada	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice	
Listado de Tablas	
Descriptores Temáticos	
Abstract	
Resumen	
Introducción	01
<b>Capítulo I: Planteamiento del Estudio</b>	<b>05</b>
1. 1. Descripción de la realidad	05
1. 2. Definición del Problema	08
1. 3. Objetivos de la Investigación	09
1.3.1. Objetivo General	09
1.3.2. Objetivos Específicos	09
1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación	09
1.4.1. Importancia y Justificación	09
1.4.2. Delimitación	10
<b>Capítulo II: Marco Teórico y Referencial</b>	<b>11</b>
2.1. Modelo de Gravedad	14
2.2. Método DEA	19
<b>Capítulo III: Hipótesis y Variables de la Investigación</b>	<b>32</b>
3.1. Hipótesis de la Investigación	32
3.1.1. Hipótesis General	32
3.1.2. Hipótesis Específica	32
3.2. Variables de la Investigación	33

3.2.1. Variable Independiente	33
3.2.2. Variable Dependiente	33
3.2.3. Variable Interviniente	34
3.3. Operacionalización de las Variables	34
<b>Capítulo IV: Aspectos Metodológicos de la Investigación</b>	<b>37</b>
4.1. Tipo y Diseño de la Investigación	37
4.2. Nivel de la Investigación	39
4.3. Población y Muestra	39
4.4. Técnicas e Instrumentos de Recogida de Datos	40
4.5. Métodos de Tratamiento de los Datos	43
<b>Capítulo V: Descripción del Modelado Óptimo de Localización y Eficiencia de Centros Comerciales</b>	<b>47</b>
5.1. Esquema de la obtención de la eficiencia óptima con Modelación DEA – GLM	47
5.2. Análisis y tratamiento de datos	49
5.3. Resultados	53
5.4. Discusión de resultados	61
<b>Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>63</b>
6.1 Conclusiones	63
6.2. Recomendaciones	65
<b>GLOSARIOS DE TÉRMINOS</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>86</b>

## **LISTADO DE TABLAS**

<b>Tabla Nº 1</b>	<b>Ventas medias de Locales ADIDAS en Lima Metropolitana</b>	<b>06</b>
<b>Tabla Nº 2</b>	<b>Ventas medias de tiendas ADIDAS por rubros</b>	<b>07</b>
<b>Tabla Nº 3</b>	<b>Costos medios de tiendas ADIDAS de Administración y Personal</b>	<b>07</b>
<b>Tabla Nº 4</b>	<b>Outputs (Y) e Inputs (X) de las tiendas</b>	<b>50</b>
<b>Tabla Nº 5</b>	<b>Datos de las Zonas residenciales y los Centros Comerciales</b>	<b>52</b>
<b>Tabla Nº 6</b>	<b>Resultados Obtenidos con GLM</b>	<b>53</b>
<b>Tabla Nº 7A</b>	<b>Eficiencias máximas con DEA</b>	<b>53</b>
<b>Tabla Nº 7B</b>	<b>Eficiencias máximas con DEA e Y4 calculado con GLM</b>	<b>54</b>
<b>Tabla Nº 8A</b>	<b>Eficiencias Óptimas con DEA convencional</b>	<b>55</b>
<b>Tabla Nº 8B</b>	<b>Eficiencias Óptimas con DEA y Y4 calculado con GLM</b>	<b>55</b>
<b>Tabla Nº 9</b>	<b>Disposición de datos para la prueba de Spearman</b>	<b>56</b>
<b>Tabla Nº 10</b>	<b>Disposición de datos para la prueba de Pearson</b>	<b>58</b>
<b>Tabla Nº 11</b>	<b>Comparación de Outputs óptimos DEA y óptimos DEA – GLM</b>	<b>62</b>

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

1. Modelado optimo
2. Análisis envolvente de datos
3. Eficiencia técnica
4. Modelo gravitatorio
5. Programación lineal
6. Unidad de negocio retail
7. Centros comerciales retail

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to design a model, combining the gravity model of localization in a specific business sector and the method of Data Envelopment Analysis (DEA) for efficiency and optimal location of a mall. In practice, both are done separately that he was allegedly very different, the first in the feasibility phase and the second in the operation. This research shows that both models, are closely related and therefore should make jointly, thus reinforcing the total value and objectivity of the final information obtained. We performed a rigorous effort to analyze in an objective and useful technical efficiency of a large segment of the retail trade which is the clothing and sporting goods retail at the metropolitan level. DEA method is used not only with what is estimated as objectively as the relative efficiency of each store for comparative purposes, but also optimized, these efficiencies by adjusting the variables involved to the limit of the total infrastructure available, according to the principles of this methodology. Innovation is presented as a way of valuing the location of the stores in question, by calculated potential variables of type gravity models in the line of Lowry. This detailed specification of the location increases the discriminative power of DEA analysis. and prevents parasitic efficiencies caused only by the estimated weight of ad-hoc. Already with the appropriate variables are calculated efficiencies of the eight stores of the company chosen, first with the DEA and later with data from the Gravity model (ie. being now located) used as outputs, back into the DEA method and compare both. The conclusions drawn from work, be extrapolated to the whole sector's total marketing of clothing and sporting goods, naturally within the maximum allowable percentage of confidence in the theory of statistical sampling.

## RESUMEN

El Objetivo principal de esta investigación es diseñar un modelo, asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA), para la localización y eficiencia optima de un centro comercial. En la práctica, ambos suelen hacerse por separado por suponerseles muy diferentes, el primero en la fase de factibilidad y el segundo en la de operación. En esta investigación se muestra que ambas modelaciones, se hallan íntimamente vinculadas y por lo tanto conviene hacerlas de manera conjunta, con lo que se refuerza mucho el valor total y la objetividad de la información final obtenida. Se realiza un esfuerzo riguroso para analizar de modo objetivo y útil la Eficiencia técnica de un gran sector del comercio al detalle que es el de la ropa y los artículos deportivos de venta minorista a nivel metropolitano. Se utiliza el Método DEA con lo que no solo se calcula con la mayor objetividad la Eficiencia relativa de cada tienda con fines comparativos, sino que también se optimizan, estas eficiencias por ajuste de las variables involucradas hasta el límite de la infraestructura total disponible, con arreglo a los principios de esta Metodología. Se presenta como innovación, una forma de valorizar la localización de las tiendas en cuestión, por medio de variables de tipo potencial calculadas con modelos de tipo gravitatorio, en la línea de Lowry. Esta especificación detallada de la localización aumenta el poder discriminativo del Análisis DEA. y evita las eficiencias parásitas originadas solo por los pesos estimados de modo ad-hoc. Ya con las variables apropiadas se calcularán las eficiencias de las ocho tiendas de la empresa escogida, primero con el método DEA y posteriormente con los datos obtenidos del modelo Gravitatorio (es decir estando ya localizadas) utilizándolos como Outputs, nuevamente dentro del método DEA y comparar ambas. Las conclusiones que se deducen del trabajo, serán extrapolables al conjunto total del sector de la comercialización de la ropa y artículos deportivos, naturalmente dentro del porcentaje de confianza máximo permitido por la teoría del muestreo estadístico.

## INTRODUCCIÓN

En la presente investigación diseñamos un modelado, asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA), para la localización y eficiencia óptima de un centro comercial.

Para ello empleamos el método DEA<sup>1</sup> ó Análisis Envolvente de Datos, que ha demostrado en la práctica su enorme utilidad como herramienta fundamental para la toma de decisiones para el incremento de la eficiencia, lo que se comprueba verificando la enorme literatura, trabajos de desarrollo y blogs que le dedican año a año a esta metodología, inclusive en el Perú, donde ha tenido particular acogida en el medio empresarial.

El Modelo Gravitatorio de Localización es otra herramienta, distinta a DEA, pero fundamental para escoger ubicaciones óptimas de centros industriales o comerciales también con fines de incrementar la eficiencia operacional del local por su potencial de “atraer” al público del entorno.

En este trabajo se unen ambos conceptos y se desarrollará un enfoque innovador para reforzar el análisis DEA de las operaciones comerciales con consideraciones complementarias referentes a la dinámica de localización de los negocios con el Modelo Gravitatorio, con resultados válidos y objetivos para una rama completa del comercio global, en este caso del sector comercial de ropa y artículos deportivos.

Se presenta de modo organizado y sistemático, siguiendo un orden que va gradual y progresivamente de lo abstracto y general a lo concreto y particular, el problema específico de la optimización de la eficiencia en el ramo de la comercialización de la ropa y artículos deportivos.

---

<sup>1</sup> Véase más abajo, en el apartado de PALABRAS CLAVE, su descripción detallada y sus características operacionales específicas.

En el Primer Capítulo se planteará el problema general, aunque muy concreto, de la localización óptima de centros comerciales y su aporte al incremento de su potencial de eficiencia como Output en el análisis DEA junto con otros inputs relativos a su eficiencia operativa, a partir de datos objetivamente observados en su funcionamiento diario.

Se trazarán los Objetivos general y específicos de la investigación a fin de conducir el esfuerzo de la misma a la comprobación y validación rigurosa de estos métodos para un caso concreto de aplicación conjunta a fin de calcular y optimizar de modo objetivo la eficiencia en cuestión y generalizar estos resultados a la totalidad del sector comercial que ella representa.

Se delimitará el estudio al ámbito del comercio minorista de la ropa deportiva por ser el área empresarial mejor conocida por el autor al tiempo que se justificará la investigación en vista de su gran potencial como trabajo normativo de Ingeniería Industrial típico, en una área donde existen oportunidades no exploradas de mejora radical de los procesos empresariales.

En el Segundo Capítulo, que comprende el Marco Teórico, se examinarán las referencias de trabajos previos importantes en esta área de investigación así como las teorías y métodos fundamentales sobre la modelación propuesta. Se examinarán con detalle los fundamentos teóricos de las herramientas desplegadas en la investigación.

Se estudiará críticamente cada una de las estrategias de optimización de la eficiencia pertinentes al rubro escogido y se evaluará su posible utilidad con detalle.

En el Tercer Capítulo se formularán las hipótesis principal y específica en el sentido de afirmar la mejora radical de la eficiencia de este ramo del comercio minorista por la aplicación creativa del DEA y de las técnicas de Localización incorporadas. Se concluye con la asignación de variables y su respectiva operacionalización, el diseño del trabajo de campo, todo ello conforme con las escalas de medición propuestas.

En el Cuarto Capítulo se describirán exhaustivamente los aspectos metodológicos del trabajo lo que incluye la determinación de las muestras con arreglo a la teoría estadística de Muestreo no probabilístico, apropiado para grupos de tiendas heterogéneas como es el caso de esta empresa. Se describirán también los instrumentos de observación y los análisis realizados.

En el Capítulo Quinto se presentará con detalle y máxima claridad el modelado diseñado por el suscrito, asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA), para la localización y eficiencia óptima de un centro comercial, presentando los resultados de los análisis efectuados y en el caso de los resultados numéricos se tomarán las mayores precauciones para asegurar la exactitud y evitar los errores.

Finalmente en el Capítulo Sexto se presentan a manera de síntesis las Conclusiones, a las que el suscrito llegó, afirmándose que ha quedado demostrado que el Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos no solo permite conocer la localización de las tiendas expresada en soles sino que además calcula objetivamente la eficiencia técnica óptima comparada de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú; y recomendaciones de la aplicación de este modelo en la empresa antes mencionada y en aquellas empresas dedicadas al retail con no menos de 4 tiendas o unidades de

negocio dentro del área de Lima metropolitana, motivando una sana competencia interna; Además de otras que resultan de la investigación realizada, lo que muestra finalmente el aporte buscado.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1. 1. DESCRIPCIÓN DE L PROBLEMA**

En la actualidad se aprecian en todos los países los efectos profundos que sobre las sociedades producen la revolución tecno científica y la globalización. Uno de estos efectos sinérgicos es la generalización de los servicios suministrados a escala internacional y metropolitana por medio de los llamados centros comerciales y las cadenas de tiendas especializadas en determinados artículos de consumo masivo.

Uno de estos servicios de utilidad para las personas de toda edad es la ropa y los artículos deportivos cuyo uso se ha generalizado a nivel mundial con gran efecto sobre la vida diaria de millones de personas.

Una de las empresas líderes en el diseño, producción y distribución de estos artículos es la empresa alemana ADIDAS que, desde su aparición en los años 20 del siglo pasado, ha basado su filosofía en la innovación permanente por medio de la investigación, conforme a la voluntad de su fundador, el ingeniero Adi Dassler quien presentó el primer calzado de clavos para corredores en la Olimpiada de Ámsterdam de 1928.

**ADIDAS** Chile sucursal del Perú, es en el país el representante de este gran complejo empresarial, el cual tiene tiendas operando en diferentes puntos de la ciudad, las que fueron colocadas sin el mas mínimo criterio técnico y solo por encontrarse dentro o cerca de un centro comercial, no lográndose en algunos casos el éxito y la eficiencia esperados por la empresa.

Esta gran empresa transnacional cuenta en el Perú con representantes que distribuyen actualmente en Lima los artículos en cuestión en ocho tiendas, cuya actividad en nuestro medio puede apreciarse observando algunos datos estadísticos en las siguientes tablas.

En la Tabla N° 1 se aprecia el margen de ganancia y el porcentaje (20-25%) de utilidad promedio de las tiendas al final de todos sus costos mensuales.

**TABLA N° 1**  
**VENTAS MEDIAS DE LOCALES ADIDAS EN LIMA METROPOLITANA**

N° Local	Local	Ventas promedio mensuales	Margen estimado	Utilidad media
1	Jockey Plaza	600,000.00	60%	20-25%
2	C. Espinar	329,000.00	60%	20-25%
3	El Polo	345,000.00	60%	20-25%
4	San Miguel	280,000.00	60%	20-25%
5	Mega Plaza	250,000.00	60%	20-25%
6	San Borja	150,000.00	40%	15-18%
7	Jesús María	180,000.00	35%	15-18%
8	Bellavista	130,000.00	35%	15-18%
	<b>TOTAL</b>	<b>2,264,000.00</b>		

Fuente: ADIDAS Chile limitada sucursal del Perú - 2009

En la tabla N° 2 observamos las ventas promedio mensuales que tiene cada tienda en el área de Lima, así como las ventas por rubro que la empresa ofrece a sus clientes, nótese que la tienda que tiene mayores ventas es la ubicada en el C.c. Jockey Plaza, así como también que el calzado deportivo es el artículo que tiene mayor demanda de entre los productos que ofrece la marca.

**TABLA Nº 2**  
**VENTAS MEDIAS DE TIENDAS ADIDAS POR RUBROS**

Nº Local	Local	Ventas promedio mensuales	Calzado deportivo	Ropa deportiva	Accesorios
1	Jockey Plaza	600,000.00	300,430.00	269,530.00	30,140.00
2	C. Espinar	329,000.00	164,750.00	147,780.00	16,470.00
3	El Polo	345,000.00	172,500.00	155,250.00	17,250.00
4	San Miguel	280,000.00	140,000.00	126,000.00	14,000.00
5	Mega Plaza	250,000.00	125,000.00	112,500.00	12,500.00
6	San Borja	150,000.00	75,910.00	68,020.00	6,070.00
7	Jesús María	180,000.00	90,000.00	81,000.00	9,000.00
8	Bellavista	130,000.00	65,000.00	58,500.00	6,500.00
	<b>TOTALES</b>	<b>2,264,000.00</b>	<b>1,133,590.00</b>	<b>1,018,580.00</b>	<b>111,830.00</b>

Fuente: ADIDAS Chile limitada sucursal del Perú - 2009

En la Tabla Nº 3 vemos los costos promedio mensuales de las diferentes tiendas, así como también otros datos de interés para la presente investigación, podemos apreciar que la tienda con mayores costos, es la tienda ubicada en la Av. Comandante Espinar en Miraflores, no estando esto relacionado con el área del local, y que los costos de personal varían entre tiendas, con el mismo número de empleados.

**TABLA Nº 3**  
**COSTOS MEDIOS DE TIENDAS ADIDAS DE ADMINISTRACIÓN Y PERSONAL**

Nº	Local	Costos promedio mensuales	Costos de Personal	Nº empleados por tienda	Costos de Administración	Área de la Tienda en m <sup>2</sup>
1	Jockey P.	122,200.00	49,000.00	6	73,200.00	200
2	C. Espinar	158,600.00	60,000.00	7	98,600.00	180
3	El Polo	108,000.00	43,200.00	6	64,800.00	278
4	San Miguel	98,000.00	39,200.00	6	58,800.00	160
5	Mega Plaza	87,500.00	35,000.00	6	52,500.00	180
6	San Borja	62,500.00	25,000.00	7	37,500.00	300
7	Jesús	50,000.00	20,000.00	6	30,000.00	180
8	María Bellavista	45,000.00	18,000.00	6	27,000.00	180
	<b>TOTALES</b>	<b>731,800.00</b>	<b>289,400.00</b>	<b>50</b>	<b>442,400.00</b>	<b>1658 m<sup>2</sup></b>

Fuente: ADIDAS Chile limitada sucursal del Perú - 2009

En este trabajo se plantea la interrogante de cómo calcular y optimizar la Eficiencia conjunta e individual de estas tiendas de tal modo que se pueda alcanzar el punto óptimo de funcionamiento con la infraestructura actualmente disponible.

Se sabe que la localización de las tiendas es de particular importancia para evaluar eficiencias comparadas entre ellas y de conjunto, pues las ventas son sensibles a este factor de manera independiente a otros factores.

Sin embargo las técnicas usadas para medir el efecto de la Localización son muy insatisfactorias ya que usualmente son solo estimaciones sobre escalas arbitrarias las que se emplean, con el resultado final de hallarse eficiencias que no reflejan la realidad de las tiendas de manera objetiva y completa.

Presentándose el problema de cómo conseguir, la ubicación óptima de sus tiendas de tal manera, que le permita obtener los mayores ingresos posibles del área de ubicación, optimizando a su vez la eficiencia relativa conjunta e individual comparada del conjunto de tiendas de la corporación.

## **1.2. DEFINICION DEL PROBLEMA**

Concretamente el problema en cuestión puede precisarse en los siguientes términos:

- ¿Cómo a través de un modelado que asocia el modelo gravitatorio de localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos, sería posible conocer los ingresos óptimos de acuerdo a la zona de ubicación de las tiendas (unidades de negocio) y calcular objetivamente la eficiencia técnica óptima comparada, de las tiendas del sector comercial minorista de ropa y artículos deportivos a nivel metropolitano?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- **Diseñar** el Modelado de determinación de la eficiencia de centros comerciales asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) de manera que sea de utilidad para la localización y eficiencia optima de las tiendas ubicadas a nivel metropolitano de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Aplicar el Modelado de determinación de la eficiencia de centros comerciales asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) al conjunto de tiendas ubicadas a nivel metropolitano de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.
- Analizar el método y el modelo a emplearse en el presente trabajo de manera que sean coherentes entre sí, permitiendo no solo obtener la localización de las tiendas expresada en soles, sino que también nos permitan conocer la eficiencia optima de las mismas ubicadas en la ciudad de Lima.

### **1.4. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

#### **1.4.1. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION**

La importancia de este trabajo desde el punto de vista profesional, es que este modelo permitirá a las empresas, una mejor decisión al momento de colocación de sus tiendas o unidades de negocio, reduciendo de gran manera la posibilidad de un mal parecer del lugar escogido, además de brindarle el conocimiento del monto máximo de ingresos que la zona le podría permitir obtener.

Además este modelo proporciona a las empresas la posibilidad de maximizar su eficiencia relativa, ya que identifica las unidades eficientes e ineficientes, fijando objetivos de mejora para las segundas a partir de los logros de las primeras (benchmarking interno).

#### **1.4.2. DELIMITACION**

El problema está delimitado por el objeto de estudio, el campo de acción, el lugar y el tiempo; Por ende en el presente trabajo, el objeto de estudio estará circunscrito a los aspectos más relevantes de la situación concreta de la empresa y son aquellos que tienen que ver esencialmente con la eficiencia técnica del sistema.

La razón estriba en que este es el único factor endógeno que puede ser manejado y mejorado por las propias tiendas, ya que los otros factores, que condicionan toda la cadena de operaciones, desde el abastecimiento hasta la eliminación de los desechos son básicamente exógenos y no es posible cambiarlos desde las tiendas únicamente.

El campo de acción del presente estudio tiene el propósito de identificar y calcular las variables Output e Input por medio del modelo gravitatorio y el cálculo efectivo con ellas de las eficiencias técnicas relativas de las tiendas en cuestión, así como su optimización.

El lugar está claramente delimitado por la empresa ADIDAS Chile limitada sucursal del Perú y sus ocho (08) tiendas ubicadas en la ciudad de Lima.

Finalmente el tiempo de realización de la presente investigación debe concluir a finales del mes de Julio del presente año, siempre que se cuente con las facilidades necesarias para la elaboración de la misma.

Las conclusiones que se sacarán resultarán válidas, dentro de ciertos límites, para todo el conjunto de empresas dedicadas al rubro de la ropa y artículos deportivos en nuestro medio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Conviene reunir con el mayor detalle posible los hechos y conocimientos relevantes al tema tratado a fin de aprovecharlos para el propósito buscado y también evitar los errores de planteamiento y la repetición insustancial de conclusiones ya obtenidas por otros.

Según la Teoría Económica, la eficiencia consiste en asegurar una correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos. Particularizando para el ámbito de la empresa, la medición de la eficiencia consistiría en medir la actuación real de la empresa con respecto a un óptimo o sea un valor potencial máximo compatible con la estructura disponible.

El método del análisis envolvente de datos, también conocido por sus siglas en inglés (DEA), permite estudiar la eficiencia de una empresa en relación con el comportamiento de otras empresas similares, a partir de la construcción en el espacio de fases de la frontera eficiente mediante aproximaciones no paramétricas.

Farrell (1957) es el precursor de estudios basados en esta idea. Dicho autor determinó empíricamente, mediante cálculos algebraicos, básicamente promedios ponderados, una frontera eficiente, definida por la actuación de

las mejores empresas observadas, que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada firma al compararse con dicha frontera.

Una vez delimitado el concepto de eficiencia en este contexto, cabe distinguir entre la eficiencia técnica y la asignativa. La eficiencia técnica consiste en la obtención del máximo producto dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción.

Así, partiendo de un conjunto de observaciones homogéneas a evaluar se estima la ineficiencia técnica de una empresa aproximándola a la frontera de producción eficiente.

La eficiencia asignativa mide la utilización de los recursos en la proporción adecuada teniendo en cuenta sus precios. Resulta difícil hablar de eficiencia asignativa ya que un factor importante para el productor es su aversión al riesgo y así, aunque éste no se encuentre situado en el punto donde se igualan el cociente de productividades marginales con el de los precios, puede estar situado en un punto óptimo desde el punto de vista de su aversión al riesgo (Álvarez, 2001).

Por esta razón el análisis de eficiencia que nos ocupa se centrará en la eficiencia técnica. El cálculo empírico de la frontera eficiente se puede realizar mediante aproximaciones paramétricas y no paramétricas.

Las aproximaciones de tipo paramétrico utilizan programación matemática o técnicas econométricas para estimar los parámetros de la frontera dándole a ésta previamente una forma funcional concreta. A este primer enfoque se le pueden hacer dos críticas. Por una parte, ha de imponerse una determinada forma funcional a la frontera y, por otra parte, no se pueden realizar análisis con múltiples outputs.

Mientras, el enfoque no paramétrico realiza supuestos sobre las propiedades de la tecnología de producción que permiten definir, con el apoyo de los datos de actividad realmente observados el conjunto de procesos productivos factibles con los que se delimita el conjunto de planes de producción realizables.

Por lo tanto, mediante esta segunda aproximación no es necesario asumir una forma funcional concreta de la frontera.

Esto es una ventaja muy valiosa en nuestro caso en el que se desconoce la forma funcional de la frontera de producción de las empresas de servicios avanzados.

Entre las posibles técnicas no paramétricas puede destacarse el método DEA por dos razones fundamentales: su mayor estandarización (con relación a otros métodos) así también porque permite considerar múltiples Inputs y Outputs.

En un análisis DEA se realizan dos procesos simultáneamente mediante el uso de algoritmos de Programación Lineal: la obtención de la frontera eficiente y la estimación de la ineficiencia. La obtención de la frontera eficiente se calcula maximizando el Output dado el nivel de Inputs si se utiliza orientación Output y minimizando el Input dado el nivel de Outputs si se utiliza orientación Input.

La estimación de la ineficiencia depende de la orientación utilizada y se calcula como la distancia a la frontera de cada empresa evaluada, comparándose cada empresa con otra tecnológicamente similar.

El método DEA en su versión BCC (Banker, Charnes y Cooper, 1984) de orientación Output merece atención. Este modelo está basado en los postulados de convexidad, libre disponibilidad de Inputs y Outputs y rendimientos variables a escala.

Según el postulado de convexidad si dos Inputs (Outputs) alcanzan una cantidad de Output (Input) también puede hacerlo cualquier combinación lineal de ellos. Según la libre disponibilidad de Inputs y Outputs cada entidad puede producir menos (igual) outputs con el mismo (mayor) nivel de recursos.

El modelo BCC establece comparaciones entre empresas midiendo exclusivamente ineficiencias debidas a la gestión productiva. Se establecen comparaciones respecto a unidades que operan en una escala similar siendo capaz de adaptarse a los comportamientos individuales de cada empresa.

Se puede utilizar el modelo BCC en lugar del modelo CCR (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978) ya que mediante el segundo una empresa puede ser comparada con otras sustancialmente más grandes o más pequeñas mientras que con el modelo BCC una empresa es comparada con otras lo más similares posible a su tamaño.

## **2.1. EL MODELO DE GRAVEDAD**

En la extensa gama de Modelos de Gravedad que se han desarrollado desde los años 70 en adelante, donde sobresale el llamado Modelo de Lowry, existen aquellos de excepcional importancia para modelar el problema de Localización del Comercio Minorista en varias escalas, esto es, desde el nivel de bodegas hasta el de supermercados o inclusive los llamados "malls" que tanto impulso han cobrado en los últimos años.

Este problema ha sido tratado tradicionalmente de modo separado al de la Eficiencia por los diseñadores de las redes de restaurantes, supermercados y otras del mundo comercial. La razón de este proceder injustificado parece ser que la eficiencia es apreciada como una variable operacional cuando el negocio ya está en marcha mientras que la localización se la mira como un problema de factibilidad en la fase de Proyecto de Inversión.

En este trabajo se muestra que este proceder no es del todo correcto toda vez que una acertada Localización resulta inseparable de la Eficiencia potencial y real de un centro comercial en marcha.

Basta mencionar que las ventas totales por período operacional pueden calcularse predictivamente a partir de un modelo funcional de Localización y está claro que estas Ventas totales son con frecuencia un Output en los métodos de tipo DEA que calculan la eficiencia óptima.

En otras palabras solo un método DEA que incorpore a la Localización como factor de la Eficiencia total refleja consecuente y discriminativamente el carácter de Espacio social y público de los centros comerciales asociados o de similares prestaciones.

Apreciarlo de este modo beneficia tanto a la corporación propietaria, que ve mejor calculada la eficiencia de sus negocios, como al público consumidor que resulta atendido mejor y más cómodamente.

Si representamos por  $T_{ij}$  al desplazamiento de personas que van de compras desde la  $i$ -ésima zona (normalmente residencial) hacia la  $j$ -ésima centro (normalmente comercial). Entonces está claro que:  $\sum_j T_{ij} = O_i$  es decir que  $O_i$  (suma de personas llegadas de zona residencial  $i$ ) es el total de compradores residenciales atendidos en el centro comercial.

Sin embargo, de manera más general, también se puede afirmar que  $\sum_i T_{ij} \neq O_j$  (suma de personas llegadas a la tienda  $J$ ) ya que no es posible afirmar que **todas** las personas llegadas a los centros comerciales son solo de las zonas residenciales consideradas en el cálculo (por ejemplo los empleados de las tiendas también podrían comprar en ellas).

De cualquier modo esta diferencia es normalmente pequeña, no afecta a la modelación que sigue y por lo tanto, sin riesgo de error significativo, se considera igual a cero.

Hansen (1959) considera por ejemplo un Modelo de empleo bajo el supuesto de que la relación entre la localización de la población y el empleo se puede expresar por un "índice de accesibilidad" (algo así como una "atracción" de la zona de empleo a los empleables de otras zonas; cada zona produce empleables y también da empleo) que presenta el siguiente aspecto:

$$A_{ij} = E_j D_{ij}^{-b} \quad (1)$$

Donde:

$A_{ij}$  = Índice de accesibilidad de la zona  $i$ -ésima respecto a la zona  $j$ -ésima

$E_j$  = Empleo total de la zona  $j$ -ésima medido en puestos de trabajo libres

$D_{ij}$  = Distancia entre las zonas  $i$ -ésima y  $j$ -ésima, en metros

$b$  = Exponente o potencia (con signo menos) de la distancia  $D_{ij}$

Puede apreciarse el parecido de esta expresión con la Ley de Newton de Gravitación, donde el exponente  $b = -2$  (El signo menos evita los cocientes) Debido a este parecido entre lo físico y lo social (isomorfismo o analogía) es que a los Modelos de este tipo se les llaman Modelos "de gravedad" y no es difícil ver que el parecido tiene que ver con la disminución inversa al

cuadrado de la distancia de cualquier "atracción" cuyo potencial se desplace por el espacio con simetría esférica, conservando la energía total u otro parámetro escalar.

Por eso también aparece en las leyes de la electricidad (Coulomb y Gauss) y otras más. Un ejemplo permite aclarar el Modelo propuesto:

Puede apreciarse que  $A_{ij}$  es la medida de la accesibilidad de la  $i$ -ésima zona respecto de la  $j$ -ésima. Por ello la accesibilidad, para la zona  $i$ -ésima, es la suma de los  $A_{ij}$  sobre todos los  $j$ -índices.

$$A_i = \sum_j A_{ij} = \sum_j E_j D_{ij}^{-b} \quad (2)$$

Esto modela la capacidad total para dar empleo en la  $i$ -zona considerada. Esto puede compararse con otras zonas de empleo y eventualmente planificar las inversiones del estado y del sector privado en todas esas zonas.

Otro tema interesante es el de los gastos de la gente proveniente de zonas residenciales en zonas comerciales, su dinámica también pueden modelarse de manera análoga al tema del empleo.

El Modelo que se usa en este trabajo se parece al que desarrollaron Lakshamanan y Hansen en los años 70<sup>2</sup> que describe el flujo de gastos entre zonas residenciales y centros comerciales y calcula las ventas de cada centro sumando los flujos de gastos de todas las zonas residenciales en cada centro.

---

<sup>2</sup> LAKSHAMANAN, T. R., HANSEN, W.G. (1975) A retail market potential model. Journal of American Institute of Planners. EUA

El Modelo establece que las ventas o volumen de negocios de un centro son directamente proporcionales a su "tamaño" (o sea su "atracción" sobre el entorno) e inversamente proporcional a la distancia a las zonas residenciales atraídas y, además, a la competencia de los otros centros comerciales que venden a las mismas zonas, y así se tiene el siguiente Modelo:

$$S_{ij} = C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b} \quad (3)$$

Donde:

$S_{ij}$  = Gastos de la zona residencial i-ésima en el centro comercial j-ésimo.

$C_i$  = Gastos totales realizados por la zona residencial i-ésima

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1} \quad (4)$$

$A_i$  = Inversa de la suma de las atracciones ejercidas por el i-ésimo centro comercial sobre cada una de las zonas residenciales.

Nótese que va como factor cociente de normalización en la ecuación (3) o sea establece una probabilidad de gasto por la zona residencial i-ésima

$F_j$  = "Atracción" total por tamaño ejercida por el j-ésimo centro comercial

$D_{ij}$  = Distancia entre la zona residencial i-ésimo al centro comercial j-ésimo

$b$  = Exponente o potencia de la distancia  $D_{ij}$

$a$  = Exponente o potencia de la atracción  $F_j$  del j-ésimo centro comercial.

El papel del exponente  $a$  es reflejar el hecho de que los grandes centros comerciales atraen proporcionalmente más operaciones que las que su "tamaño" indicaría (economía de escala ligada al "tamaño").

Las ventas totales de un centro comercial j-ésimo se obtienen sumando las ventas parciales a todas las zonas residenciales por este centro:

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b}) \quad (5)$$

Se puede apreciar pues que el volumen de ventas de un centro comercial obedece, en primer lugar, a su ubicación dentro de un área metropolitana dada y ello independientemente de la eficiencia que pueda tener debido a las bondades de su organización interna, su excelente dirección o el conocimiento y dedicación de sus empleados.

El cálculo de la eficiencia comparada de un conjunto de centros comerciales debe tomar en cuenta tanto el factor externo de la Localización como el interno de la organización, dirección, etc. y finalmente unirlos de manera coherente para obtener los montos finales de comparación.

Esta estrategia implica el dominio correlativo de la Metodología DEA que complementa así al Modelo de Gravedad GLM para Localización y termina por reflejar objetivamente y con imparcialidad los méritos relativos de cada centro comercial. Esto lleva directamente a un proceso de toma de decisiones óptimo. (Ver aplicación en el anexo A).

## 2.2. EL MÉTODO DEA

En el ámbito actual de los negocios existe creciente preocupación por obtener la medida comparativa de la eficiencia de las unidades organizacionales tales como los departamentos de una empresa, las escuelas, hospitales, tiendas, sucursales bancarias y otras de similar tipo con la importante condición de tratarse de unidades relativamente homogéneas desde el punto de vista de sus características funcionales.

El modo usual de medir la eficiencia es por medio de la siguiente expresión:

$$Eficiencia = \frac{Output}{Input}$$

Frecuentemente este cociente resulta adimensional y expresa así porcentaje. En esta expresión el término anglosajón Output se refiere al resultado o producción de la unidad en el periodo examinado, mientras que el Input alude a los insumos necesarios para conseguir producirlo.

Sin embargo esta forma de medir la eficiencia suele ser insuficiente en la práctica real de los negocios porque rara vez existe una sola variable como Output o Input con igual dimensión. Un ejemplo simple lo demuestra.

Suponiendo que se trate de una gran comercializadora mayorista que provee a múltiples tiendas minoristas; Aquí se aprecia que serán necesarios varios Outputs e Inputs para caracterizar debidamente a la Eficiencia de este mayorista.

Como Inputs se pueden considerar el valor del stock a distribuir, que conviene de tamaño mínimo a fin de ahorrar espacio y capital, también los salarios del personal y los costos administrativos. Como Outputs pueden considerarse el N° de Órdenes de Entrega, el N° de artículos diferentes distribuidos (Variedad de comercialización) y finalmente el Nivel de Servicio proporcionado.

Aún siendo pocos los Inputs y Outputs la dificultad de comparar la eficiencia de varios mayoristas resulta considerable. Dos mayoristas, A y B, podrían tener igual nivel de stocks y los mismos costos, pero A podría necesitar más superficie de almacenaje por falta de montacargas pesados. Claramente B es más eficiente a pesar que las variables representativas consideradas arrojan un resultado con Eficiencia igual.

Algo similar ocurre cuando se quiere comparar a los mayoristas C y D cuando C tiene mayores Inputs y Outputs en determinados rubros pero menores en otros, en los que D se encuentra mejor. Al final las eficiencias

pueden ser casi iguales pero no reflejarían la realidad de estos mayoristas. No existe pues una base común para hacer una comparación objetiva.

Para ello se necesita una fórmula que incorpore múltiples Inputs y Outputs para calcular las eficiencias relativas sobre una base común. Esto lo proporciona la Metodología DEA (Data Envelopment Analysis).

Fue Farrell<sup>3</sup> y Fieldhouse por el año 1957 los primeros en intentar un Modelo o fórmula para el cálculo objetivo de las eficiencias relativas de las empresas de un sector de la economía.

Se trataba de calcular la eficiencia relativa allí donde hay múltiples Inputs y Outputs mutuamente inconmensurables tomándolos como promedios ponderados de tal modo que se tenga una base común de medida

Ahora la Eficiencia puede calcularse así:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma ponderada Outputs}}{\text{Suma ponderada Inputs}}$$

Esto puede expresarse en la notación matemática usual como:

$$\text{Eficiencia de la Unidad } j\text{-ésima} = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots}$$

Nótese que la Eficiencia calculada se hallará usualmente en el rango [0,1]

En este Modelo de Eficiencia relativa se asume que:

- Se cuenta con un conjunto común de pesos para los Outputs (y) o los Inputs (x), a pesar de la posible dificultad de medir algunos de ellos
- Los valores de los pesos serán comunes a todas las unidades aunque estas tengan diferentes esquemas de trabajo y por lo tanto diferentes estimaciones para algunos Outputs. En la práctica resulta difícil establecer este conjunto común único.

---

<sup>3</sup> FARRELL, M.J. (1957, clásico) The measurement of productive efficiency, J.R. Statis. Soc. Series A 120, 253-281.

Charnes, Cooper and Rhodes<sup>4</sup> reconocieron esta dificultad y la legitimidad de que los pesos puedan ser diferentes en diferentes unidades por lo que propusieron que a cada unidad se le permitiría adoptar un conjunto de pesos propios haciendo así más realistas y flexibles los cálculos

Para ello se estableció la unidad común cero (0-ésima) que pasa a ser la unidad prototipo para representar objetivamente a todas las unidades reales y realizar los cálculos con las técnicas de la Programación Lineal como sigue:

Maximizar la Eficiencia de la Unidad j0 (j0-ésima, o sea la j-ésima óptima)

Sujeto a la eficiencia de todas las unidades con numeración  $\geq 1$ .

O sea matemáticamente se tiene el Modelo M1:

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_r u_r y_{rj_0}}{\sum_i v_i x_{ij_0}}$$

(Ecuación dinámica de la Eficiencia)

Sujeto a:

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1$$

y:  $u_r, v_i \geq \varepsilon$  (Condición de no negatividad de los pesos)

Se apreciará mejor su aplicación con un ejemplo numérico:

Reemplazando los valores de Outputs e Inputs de este ejemplo para

optimizar la Eficiencia del depósito mayorista 1, se tiene el Modelo M2:

$$\text{Max } h_0 = \frac{40u_1 + 55u_2 + 30u_3}{3v_1 + 5v_2 + \sum_{i=1}^n x_i} \quad (\text{Eficiencia del Depósito 1 óptimo})$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{40u_1 + 55u_2 + 30u_3}{3v_1 + 5v_2} \leq 1 \quad (\text{Depósito 1 normal})$$

$$\frac{45u_1 + 50u_2 + 40u_3}{2,5v_1 + 4,5v_2} \leq 1 \quad (\text{Depósito 2})$$

----- (Restantes depósitos)

y:  $u_1, u_2, \dots, v_1, v_2, \dots \geq \varepsilon$  (No negatividad de los pesos)

<sup>4</sup> CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units, Eur. J. Opl. Res 2, 429-444.

Las variables del problema son las  $u$  y  $v$  bajo la condición de estricta no negatividad lo que garantiza la no aparición de resultados extraños como se demuestra en la Teoría de la Programación Lineal.

La solución de este programa suministra el valor máximo de  $h_0$  o sea la Eficiencia óptima del depósito 1 y los pesos que llevan a tal eficiencia.

Si  $h_0 = 1$  entonces el depósito número 1 tiene una eficiencia relativa máxima respecto a los otros depósitos. Pero si tiene un valor  $< 1$  entonces habrá por lo menos un depósito más eficiente que el número 1, aun cuando se han obtenido los pesos óptimos para este depósito.

La flexibilidad para escoger los pesos es al mismo tiempo una ventaja y un inconveniente en este método. Es un inconveniente porque introduce cierta arbitrariedad sobre la estimación de los pesos que cada unidad puede llevar al cálculo de eficiencias excesivas, por lo que es importante dedicar los mayores esfuerzos en la determinación objetiva de estos pesos.

La ventaja de esta flexibilidad para obtener pesos estriba en su capacidad para probar la adecuación de los pesos escogidos ya que si una unidad resulta ineficiente a pesar de haber incorporado los pesos más favorables esto será clara indicación de que estos pesos eran correctos.

Por esta razón la Metodología DEA resulta apropiada allí donde las unidades valoran de modo diferente la importancia de los Outputs e Inputs o cuando existe una elevada incertidumbre o controversia sobre el valor de algunos Outputs o Inputs.

El Modelo M1 de DEA es un Programa Lineal fraccional, es decir compuesto por funciones fraccionarias de primer grado. Para resolverlo es necesario

primero convertirlo a forma lineal a fin de poder aplicar los métodos de la Programación Lineal, particularmente el conocido método SIMPLEX.

El proceso de linealización es relativamente directo y sin complicaciones por transformaciones equivalentes. El resultado final se aprecia en el Modelo M3.

La función objetivo se hace lineal observando que en una fracción o ratio importa la magnitud relativa del numerador y del denominador y no sus valores absolutos. Para ello se puede igualar el denominador a una constante y maximizar solo el numerador, quedando el Modelo M3 como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \sum_r u_r y_{rj} \\ \text{Sujeto a: } \sum_i v_i x_{ij} &= 100 \quad (\text{digamos}) \\ \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} &\leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\ \text{Y a: } u_r, v_i &\geq \epsilon \end{aligned}$$

La eficiencia de la unidad o tienda escogida del conjunto de unidades de la actividad mayorista se calcula resolviendo este modelo M3.

La solución obtenida por Programación Lineal proporciona una medida de la Eficiencia relativa de la unidad o tienda escogida y el valor de los pesos que llevan a dicha eficiencia.

Estos pesos son los más favorables desde el punto de vista de la unidad escogida. Por ello es necesario conocer también los pesos correspondientes a las demás unidades resolviendo n veces este Modelo M3, cambiando de unidad blanco en cada corrida. Está claro que, conforme la función objetivo vaya cambiando según el problema a resolver, los pesos obtenidos para cada unidad pueden ser diferentes.

El aporte de este trabajo consistirá en demostrar que si se introducen las ventas predichas por el Modelo de Localización Gravitatorio como Outputs, entonces el Modelo de Programación Lineal a resolver, para las unidades del sector de la comercialización de la ropa deportiva, permitirá obtener la Eficiencia técnica óptima de las Unidades y los pesos de cada variable correspondiente exactos. (Ver aplicación en el anexo B).

Por otro lado, para cualquier Programa Lineal es posible formular un Programa Dual con los mismos datos con una solución también dual, es decir que si el primal era un problema de maximización, el dual será de minimización de las holguras pero ambos suministran información equivalente sobre el problema. El problema dual se construye asignando una variable dual a cada restricción lineal del modelo primal y construyendo un nuevo modelo con esas nuevas variables como se muestra a continuación con el Modelo M4

**Modelo Primal (M4):**

Max  $h_o = \sum_r u_r y_{rj_o}$

Sujeto a:  $\sum_i v_i x_{ij_o} = 100$  (Digamos)

$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0$

Y:  $v_i \geq \epsilon$  (i = 1, 2, .....m)

$u_r \geq \epsilon$  (r = 1, 2, .....t)

**Variables Duales**

Z

$\lambda_o$

(j = 1, 2, .....n)

**Modelo Dual (M5):**

Min  $100Z_o - \epsilon \sum_r s_{r(+)} - \epsilon \sum_i s_{i(-)}$

Sujeto a:  $x_{ij_o} Z_o - s_{i(-)} - \sum_j x_{ij} \lambda_j = 0$  (i = 1, 2, .....m)

$y_{rj_o} + s_{r(+)} + \sum_j y_{rj} \lambda_j = 0$  (r = 1, 2, .....t)

Y:  $\lambda_j, s_{r(+)}, s_{i(-)} \geq 0$

Z<sub>o</sub> (Sin restricción).

Lo primero que llama la atención es que el modelo primal tiene  $n + t + m + 1$  restricciones, mientras que el dual solo  $m + t$ . Como  $n$  es el número de unidades, con frecuencia resulta mucho mayor que  $t + m$  que es el número de Inputs más Outputs. Así el Modelo Primal tendrá mayor número de constricciones que el Dual.

En un Programa Lineal en general cuanto mayor es el número de restricciones, mayor es la dificultad para resolverlo. Por ello en DEA es usual resolverlo en dual.

Por otra parte la teoría de la Programación Lineal nos dice que los valores de las variables duales son iguales a los "precios sombra" del Modelo Primal. Las variables duales  $\lambda_j$  serán entonces los precios sombra relativos a las constricciones que hacen menor a 1 a la eficiencia de algunas unidades.

Se sabe también que allí donde hay restricciones ligadas el precio sombra será positivo normalmente. En caso contrario el precio sombra será cero.

En la solución del Modelo Primal una construcción ligada implica que la unidad correspondiente tiene eficiencia 1 y habrá un precio sombra positivo o variable dual. Por lo tanto los precios sombra positivos en el Primal o los valores positivos en las  $\lambda_j$  en el Dual corresponden e identifican al grupo par para cualquier unidad ineficiente.

El Modelo Dual M5 puede también interpretarse en términos de unidades compuestas ya que reordenando M5 obtenemos M6 como sigue:

**Modelo Dual (M6):**

$$\text{Min} \quad 100Z_0 - \varepsilon \sum s_{r(+)} - \varepsilon \sum s_{i(-)}$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_j \lambda_j x_{ij} = x_{ij} Z_0 - s_{i(-)} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + s_{r(+)} \quad (r = 1, 2, \dots, t)$$

$$\text{Y:} \quad \lambda_j, s_{r(+)}, s_{r(-)} \geq 0$$

$$Z_0 \quad (\text{Sin restricci3n})$$

La soluci3n de este modelo busca los valores  $\lambda_j$  para formar una unidad compuesta, con los  $m$  Outputs  $\sum_j \lambda_j y_{rj}$  y los  $t$  Inputs  $\sum_j \lambda_j x_{ij}$ , m1s eficiente que  $j_0$ .

Debe notarse que como las variables de holgura son no negativas y adem1s  $Z_0$  no puede ser mayor a 1, la unidad compuesta tendr1 Inputs que no exceder1n a los de la unidad  $j_0$ , y niveles de Output que son por lo menos los de ella. Si la unidad  $j_0$  resulta eficiente, las holguras ser1n cero y  $Z_0 = 1$  es decir se encuentra que ninguna unidad compuesta m1s eficiente que la unidad  $j_0$ .

Si  $j_0$  no es eficiente entonces  $Z_0$  ser1 menor que 1 y algunas holguras ser1n positivas, es decir ser1 posible hallar todav1a una unidad compuesta m1s eficiente.

Las Lambda ( $j$ ) forman una unidad compuesta eficiente siempre y cuando los blancos para  $j_0$  y  $Z_0$  representen la proporci3n de niveles Input de  $j_0$  que la unidad compuesta eficiente requerir1a para producir por lo menos los niveles Output de  $j_0$ .

De esta manera  $Z_0$  se convierte en una medida de la eficiencia de  $j_0$ . La unidad compuesta provee as1 un conjunto de blancos para una unidad ineficiente.

Un inconveniente de DEA consiste en que escogiendo con buen juicio los pesos resultarán en una alta proporción de unidades eficientes y ello significa que DEA tiene bajo poder de discriminación. Lo primero a tener en cuenta es que una unidad con el más alto ratio de uno de los Output a uno de los Input será eficiente o tendrá una eficiencia muy cercana a 1 poniendo tanto peso como sea posible en este ratio y el mínimo peso ( $\epsilon$ ) en los otros Inputs y Outputs.

Un análisis típico asociaría a cada ratio con una diferente unidad y el número de tales ratios sería el producto del número de Inputs y de Outputs.

Por lo tanto un análisis con seis Inputs y seis Outputs implicaría hasta 36 unidades eficientes. Esto sugiere que el número de unidades en el conjunto debería ser sustancialmente mayor que  $(t \times m)$  para que haya una adecuada discriminación entre las unidades.

Esto enfatiza que un problema con DEA ya que una unidad puede aparecer como eficiente simplemente por causa de sus patrones de Input e Output y no necesariamente de su inherente eficiencia.

Una forma de resolver esto consiste en limitar los pesos de alguna forma. Si se determina un peso mínimo para todo Input y Output se asegura que cada Input y Output juegue alguna parte en la determinación de la medida de la eficiencia. De manera similar un límite máximo a los pesos evitará que algún Input u Output esté sobre-representada.

Claramente estos límites no deberían estar demasiado restringidos ya que propendería a que cada unidad sea medida con un conjunto común de pesos. De aquí que se impone un compromiso entre la flexibilidad en el pesaje por un lado y el uso de un conjunto común en todo el sistema, por otro lado.

Por ello una aplicación arbitraria de pesos sería difícil de justificar, pero si se tiene en cuenta que los pesos implican valor o costo asociado con los Inputs o los Outputs debe examinarse con cuidado cada caso concreto en su contexto para justificarlos.

Dyson y Thanassoulis han examinado el caso de un solo Input de tal forma que los pesos de los Outputs se expanden para apoyar a la unidad correspondiente. Así se da una interpretación económica a los pesos de Output para justificar el contar con un rango de los mismos.

Por ejemplo, si un Output mide el número de trabajos de limpieza doméstica cuyo valor debe ser cobrado, o el número de personas multadas por el municipio, entonces el peso representa el costo de cobranza unitario de cada una de ellas.

Con seguridad hay un costo mínimo asociado a esta tarea de cobranza y este puede ser estimado y considerado como línea base mínima para el peso asociado con el Output. Pesos restrictivos bien pensados de este tipo sin duda elevan el poder discriminativo del análisis DEA.

Un aspecto clave de DEA es la incorporación de factores medioambientales en el modelo ya sea como Inputs u Outputs. Los recursos disponibles para las unidades se clasifican como Inputs mientras que los niveles de actividad o desempeño medidos son representados como Outputs.

Una manera de realizar esta incorporación de factores medioambientales es considerar si ellos son efectivamente recursos adicionales para la unidad, en cuyo caso podrían incorporarse como Inputs o también como Outputs en el caso de que sean recurso de usuarios.

Por ejemplo si al investigar la eficiencia comparada de las escuelas se halla que en general los padres de mayor nivel educativo resultan mejores apoyos para sus hijos y por lo tanto son un recurso para las escuelas y debe considerarse como un Input una medida apropiada podría ser simplemente el número de padres del estrato social más alto.

En un ambiente competitivo de ventas minoristas un factor a considerar sería la capacidad para competir pero en este caso cuanto mayor sea esta capacidad, más recursos necesitarán la unidad para competir.

Por lo tanto la competencia es un recurso del usuario y su medida debería ser contabilizada como Output, lo mejor es la medición directa de estos factores medioambientales pero a veces se tendrá que apelar a la indirecta.

Por ejemplo si se analiza la pobreza como factor recurso del usuario se podría representar, por ejemplo, por el número de niños que califican para almuerzo gratis en los colegios o el número de individuos cuya lengua materna es el quechua en el contexto de servicios estatales con empleados que no lo entienden.

Ahora está claro que el único criterio para juzgar los resultados no puede ser solo la rentabilidad pura, simplemente porque los factores ambientales pueden hacerla muy baja o incluso imposible.

Una unidad altamente rentable puede estarse administrando eficientemente pero también podría estar gozando simplemente de los efectos favorables del entorno medioambiental mientras que otra unidad menos rentable podría estar siendo mal gerenciada o simplemente experimentando las presiones del entorno desfavorable.

Una primera consecuencia de lo dicho es la importancia que ahora adquiere el factor de Localización como se plantea y se demostrará en este trabajo.

La baja rentabilidad no es medida suficiente del desempeño para estos negocios minoristas y por ello debe completarse el análisis con la eficiencia, por medio del análisis DEA.

Así, una forma natural de clasificar a las unidades será hacerlos caer en cuatro categorías básicas:

- A) Alta rentabilidad y alta Eficiencia (Buena gerencia y ambiente favorable)
- B) Alta rentabilidad y baja Eficiencia (Buena gerencia y ambiente desfavorable)
- C) Baja rentabilidad y alta Eficiencia (Mala gerencia y ambiente favorable)
- D) Baja rentabilidad y baja Eficiencia (Mala gerencia y ambiente desfavorable)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

Conviene establecer en forma hipotética los resultados que se esperan en esta investigación. Esta hipótesis, como es usual, adopta la forma lógica de una proposición condicional.

##### **3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- El diseño de un Modelado, asociando el modelo gravitatorio de localización (GLM) en un sector comercial específico y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA), para hallar la Eficiencia técnica actual de las unidades componentes del sector comercial de la ropa y artículos deportivos, nos permite conocer la localización de las tiendas expresada en soles y calcular objetivamente la eficiencia técnica óptima comparada de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.

##### **3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- El Modelo Gravitatorio y el Método de Análisis envolvente de Datos, son coherentes entre sí; y forman asociados un modelado óptimo, que permite obtener la localización de las tiendas expresada en soles y a la vez calcular la eficiencia técnica de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú e en el área de Lima.

### **3.2. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

La lista escogida es muy específica. Ellas satisfacen los criterios de Relevancia, Precisión, Sensibilidad y Especificidad necesarios, conforme a las Normas Estadísticas y a los requerimientos de los Métodos DEA y GLM: El número de variables es pequeño de acuerdo con el Principio de Parsimonia del Método Científico que establece que la investigación debe ser puntual y con objetivos precisos a fin de evitar la influencia de los errores de medida y de interpretación, siempre posibles.

#### **3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Modelado asociando el modelo gravitatorio de localización del sector comercio de ropa y artículos deportivos y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) en Lima Metropolitana **(V1)**

Los Indicadores de la Variable Independiente son:

Output de Ventas de calzado de cada tienda, promedio mensual	<b>(Y1)</b>
Output de Ventas de ropa de cada tienda, promedio mensual	<b>(Y2)</b>
Output de Ventas de accesorios de cada tienda, promedio mensual	<b>(Y3)</b>
Output Ubicación de cada tienda calculado en soles con el GLM	<b>(Y4)</b>
Input Costo personal de cada tienda, promedio mensual	<b>(X1)</b>
Input Costos administrativos de cada tienda, promedio mensual	<b>(X2)</b>
Input Área de cada tienda en metros cuadrados	<b>(X3)</b>

#### **3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Eficiencia técnica y localización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos en Lima Metropolitana **(V2)**

Los Indicadores de la Variable Dependiente son:

Eficiencia técnica actual calculada por DEA de cada tienda	<b>(E1)</b>
Eficiencia técnica optimizada por DEA de cada tienda	<b>(E2)</b>
Pesos óptimos de las variables Input calculados por DEA	<b>(V)</b>
Pesos óptimos de las variables Output calculados por DEA	<b>(U)</b>

### **3.2.3. VARIABLE INTERVINIENTE**

Políticas de optimización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú. **(V3)**

Los Indicadores de la Variable Interviniente son:

Planificación Estratégica en este sector de comercio **(Z1)**

Normatividad específica de Optimización en las Unidades **(Z2)**

Capacitación del personal directivo en Tecnologías de Optimización **(Z3)**

### **3.3 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

Es necesario formalizar tanto las variables como todos los indicadores en términos de definiciones operacionales, de escala y método es decir en términos de operaciones medibles como se hace en el cuadro siguiente:

### Operacionalización de la Variable Independiente

Variable Independiente	Indicador	Operacionalización	Escala	Método
Modelo asentado en el modelo gravitatorio de localización del sector comercio de ropa y artículos deportivos y el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) en Lima Metropolitana (V1)	Y1	¿Cuál es el Output Ventas de Calzado deportivo registrado en promedio móvil mensual?	De Razón Monetaria	Examen Registro de Ventas
	Y2	¿Cuál es el Output Ventas de ropa deportiva, registrado en promedio móvil mensual?	De Razón Monetaria	Examen Registro de Ventas
	Y3	¿Cuál es el Output Ventas de accesorios, registrado en promedio móvil mensual?	De Razón Monetaria	Examen Registro de Ventas
	Y4	¿Cuál es el Output por Ubicación de la tienda calculada en soles con el Modelo GLM?	De Razón Monetaria	Modelación y Cálculo con GLM
	X1	¿Cuál es el Input Costo de personal en promedio mensuales de cada	De Razón Monetaria	Examen Planilla de Personal
	X2	¿Cuál es el Input costos administrativos en promedio mensual de	De Razón Monetaria	Examen Registro de costos
	X3	¿Cuál es el Input Área de la tienda en metros cuadrados	De Razón Dos decimales	Examen Planos de la tienda

### Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable Dependiente	Indicador	Operacionalización	Escala	Método
Eficiencia técnica y localización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos en Lima Metropolitana (V2)	E1	¿Cuál es la Eficiencia técnica actual calculada por DEA de la tienda?	De Razón	Cálculo por DEA
	E2	¿Cuál es la Eficiencia técnica optimizada por DEA de la tienda?	De Razón	Cálculo por DEA
	V	¿Cuáles son los Pesos óptimos de las variables Input calculados por DEA?	De Razón	Cálculo por DEA
	U	¿Cuáles son los Pesos óptimos de las variables Output calculados por DEA?	De Razón	Cálculo por DEA

### Operacionalización de la Variable Interviniente

Variable Interviniente	Indicador	Operacionalización	Escala	Método
Políticas de optimización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos en Lima Metropolitana (V3)	Z1	¿Grado de Planificación Estratégica en este sector de Comercio?	Ordinal	Encuesta a los Expertos
	Z2	¿Grado de Normatividad específica para la Optimización de la Eficiencia de la tienda?	Ordinal	Encuesta a los Expertos
	Z3	¿Grado de Capacitación al personal directivo en la Tecnologías de optimización?	Ordinal	Encuesta a los Expertos

Debido a la restricción de la información por parte de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú, los datos de la variable interviniente no han sido tomados en cuenta en esta investigación, no siendo esto de trascendencia ni afectando, la investigación y el resultado de la misma.

## **CAPÍTULO IV**

### **ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Por su tipo esta es una investigación descriptiva y correlacional<sup>5</sup> porque está dirigida a caracterizar y describir el problema de la optimización de la eficiencia técnica de un sector importante del comercio minorista como es el de la ropa y los artículos deportivos, al tiempo que se pretende establecer correlaciones exactas en términos matemáticos, entre los fenómenos involucrados.

Esto debido a que el propósito perseguido es aprovechar las herramientas tecnológicas, ya probadas y validadas en el campo de la Investigación Operativa (I.O), como son la Metodología DEA y los Modelos de gravedad, para comprobar la Hipótesis presentada, cuyo valor económico y social se ha demostrado más arriba.

Por ello el Nivel específico de la presente investigación será ECONOMICO SOCIAL, porque sus resultados son de aplicación directa al sector involucrado, cuyas unidades podrán usarlo a fin de contribuir a la implementación de los controles óptimos que ya están necesitando.

Esto corresponde al aspecto Positivo de la investigación (Lo que Hay), pero las ciencias aplicadas como la Ingeniería Industrial, tienen también un

---

<sup>5</sup> Véase HERNÁNDEZ SAMPIERI ROBERTO., CARLOS FERNÁNDEZ COLLADO., PILAR BAPTISTA LUCIO 1992. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw-Hill, México, Página 75 y siguientes

aspecto Normativo (Lo que Debe Haber) que complementa las investigaciones de campo.

Por ello se desarrolla en este trabajo un modelo de optimización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos, aunque solo en primera aproximación, debidamente validado y respaldado por la evidencia empírica de este sector; será la alternativa de modernización para las empresas de este tipo.

En cuanto al Diseño de la Investigación, concretamente lo tipificamos, en la terminología de Hernández Sampieri<sup>6</sup>, según el carácter de la relación entre los fenómenos bajo estudio preguntando: ¿Qué tipo de relación existe entre sus variables representativas?

Sabemos que la eficiencia técnica de las unidades del comercio de ropa y artículos deportivos es absolutamente esencial para la rentabilidad de este sector y por lo tanto necesitamos medir la influencia que aporta la aplicación combinada del modelo DEA y el Modelo gravitatorio de la Localización de las unidades involucradas para optimizarlas.

Esto corresponde a una investigación con diseño Transeccional Descriptivo. Esto quiere decir simplemente que se trata de una investigación que describe el proceso y desempeño de las unidades componentes basándose en una medición transversal de las variables pertinentes, es decir, no se realizan mediciones repetidas a lo largo del tiempo como sucede en los trabajos de tipo experimental.

La tarea será comprobar con la mayor objetividad posible las hipótesis sobre la base de la evidencia reunida en el trabajo de campo.

---

<sup>6</sup> HERNANDEZ SAMPIERI ROBERTO, Metodología de la Investigación, Editorial McGraw-Hill, México, 1992, Pág. 86.

Para ello se escogerá a un conjunto representativo de unidades del sector involucrado, para investigar sus registros, con arreglo a las normas de la teoría del muestreo estadístico haciendo posible extrapolar las conclusiones obtenidas a la totalidad de los negocios de similares prestaciones, no solo porque, como se dijo más arriba, no hay ciencia ni técnica de lo particular, sino porque la utilidad de este trabajo debe ser general y contribuir a la modernización de estas empresas del modo más efectivo.

#### **4.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El Nivel específico de la presente investigación es ECONOMICO SOCIAL, porque sus resultados son de aplicación directa al sector involucrado, cuyas unidades podrán usarlo a fin de contribuir a la implementación de los controles óptimos que ya están necesitando.

Esto corresponde al aspecto Positivo de la investigación (Lo que Hay), pero las ciencias aplicadas como la Ingeniería Industrial, tienen también un aspecto Normativo (Lo que Debe Haber) que complementa las investigaciones de campo.

Por ello se desarrolla en este trabajo un Modelo de optimización del sector de comercio de ropa y artículos deportivos, aunque solo en primera aproximación, debidamente validado y respaldado por la evidencia empírica de este sector. Se estima que esta solución es la alternativa de elección para la Optimización de la Eficiencia para empresas de este tipo.

#### **4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para esta investigación la Población a considerar es la totalidad de tiendas dedicadas al comercio de ropa y artículos deportivos del área de Lima Metropolitana. Pueden ser empresas de una sola unidad o formar subconjuntos de varias unidades por empresa.

Estadísticamente este tipo de población no es homogéneo ni probabilístico y por ello no se le puede aplicar los criterios del muestreo aleatorio simple para representarlo convenientemente. El tipo correcto de esta Población es el llamado Conglomerado No Probabilístico.

Por ello la Muestra apropiada debe ser un conjunto que incorpore las características que se van a estudiar de modo representativo. Este es el caso de las ocho tiendas del Grupo ADIDAS que existen en el área de Lima Metropolitana que será la Muestra a investigar.

#### **4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS**

Se aplicarán las siguientes técnicas e instrumentos:

**Modelo Gravitatorio de Localización:** Esta Metodología, ya expuesta con detalle en el acápite 2, se usará para Modelar el indicador Output X2 que es de la mayor importancia para medir objetivamente la contribución de la Localización de una tienda a la eficiencia individual y de conjunto.

➤ Por poseer carácter geométrico no puede ser medido con magnitudes escalares, como erróneamente se acostumbra hacer generalmente. El Anexo (A) muestra el esquema en bloques de los cálculos a realizar con este Modelo.

**Método DEA de la Eficiencia técnica de las tiendas:** A realizarse de modo similar al instrumento anterior. Esta Metodología permitirá conocer el valor calculado de los Indicadores Y1, Y2, Y3 e Y4.

➤ Con estos valores, promediados sobre las seis tiendas examinadas, se podrá calcular si existe diferencia estadísticamente significativa entre las variables Y1 e Y2 por un lado y Y3 e Y4 por otro.

➤ En el caso afirmativo quedará comprobada la Hipótesis de este trabajo, dentro del límite de confianza asumido normalmente para este tipo de trabajos, que es de 95%. El Anexo (C) muestra el esquema en bloques de los cálculos a realizar.

### **La prueba de Correlación por Rangos de Spearman**

Permite averiguar si el orden jerárquico de eficiencias óptimas obtenido con un método es esencialmente igual o no al obtenido con el otro método. Si ese orden se mantiene esencialmente igual para los dos métodos de cálculo, entonces estos son mutuamente coherentes porque conservan la estructura general del objeto investigado. Se rige por la siguiente fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde:

$\rho$  = Coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo (-1, 1)

$\sum d^2$  = Suma de cuadrados de las diferencias de rango o puesto

**N** = Número de tiendas

El criterio a seguir para aceptar o rechazar la hipótesis de coherencia será el establecido por Spearman quien adjudica una correlación positiva significativa a valores de  $\rho$  comprendidos en el intervalo (0.7, 1.0) y a poca o ninguna correlación a los valores de  $\rho$  comprendidos entre (0.0, 0.6). Igual vale para la correlación negativa solo que el coeficiente tendrá el signo menos. El valor cero indica que no hay correlación pero no dice nada sobre la independencia de los tratamientos. Por eso se necesita otro indicador diferente para esta última característica, como se ve en el párrafo siguiente.

Los Criterios a tener en cuenta son:

Si  $\rho$  calculado se halla entre (0.7, 1.0) => Hipótesis alternativa verdadera: Las eficiencias calculadas con ambos métodos guardan un orden significativamente equivalente, Son pues métodos coherentes entre sí que producen resultados diferentes en exactitud pero igualmente objetivos en cuanto a la estructura de las eficiencias, siendo más exacto el DEA con GLM que el DEA solo.

Si  $\rho$  calculado se halla entre (0.0, 0.6)  $\Rightarrow$  Hipótesis nula verdadera: Las eficiencias calculadas con ambos métodos guardan un orden significativamente no equivalente, Son pues métodos no coherentes mutuamente y no hay ventaja en usar el DEA + GLM respecto al DEA solo.

### **La Prueba de Independencia de Pearson**

Permite averiguar si ambos métodos son independientes entre sí o en realidad están correlacionados (no independientes) en el sentido de que las ventas reales (Outputs efectivos) y las ventas potenciales (Outputs posibles por el "atractivo" de las tiendas) muestren razonable proporcionalidad, lo que cabe esperar puesto que este potencial se traduce efectivamente en ventas reales.

Se rige por la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\frac{\sum xy}{N} - X'Y'}{S_x S_y}$$

Donde:

$r_{xy}$  = Coeficiente de Pearson de independencia de muestras

$X'$  = Output Medio de las 8 tiendas en operaciones normales

$Y'$  = Output Medio de las 8 tiendas según Modelo GLM

$S_x$  = Varianza correspondiente al caso x

$S_y$  = Varianza correspondiente al caso y

$N$  = Número de tiendas de la Muestra para el caso x e y

El criterio a seguir para aceptar o rechazar la hipótesis será el usual para el caso de una muestra en que el número de individuos de ambas muestras cumplen: ( $n1 + n2 = 16 < 30$ ) y entonces debe usarse la Tabla T-Student en lugar de la Tabla Normal para determinar el valor teórico del indicador.

T calculado  $>$  T de Tabla  $\Rightarrow$  Hipótesis alternativa verdadera

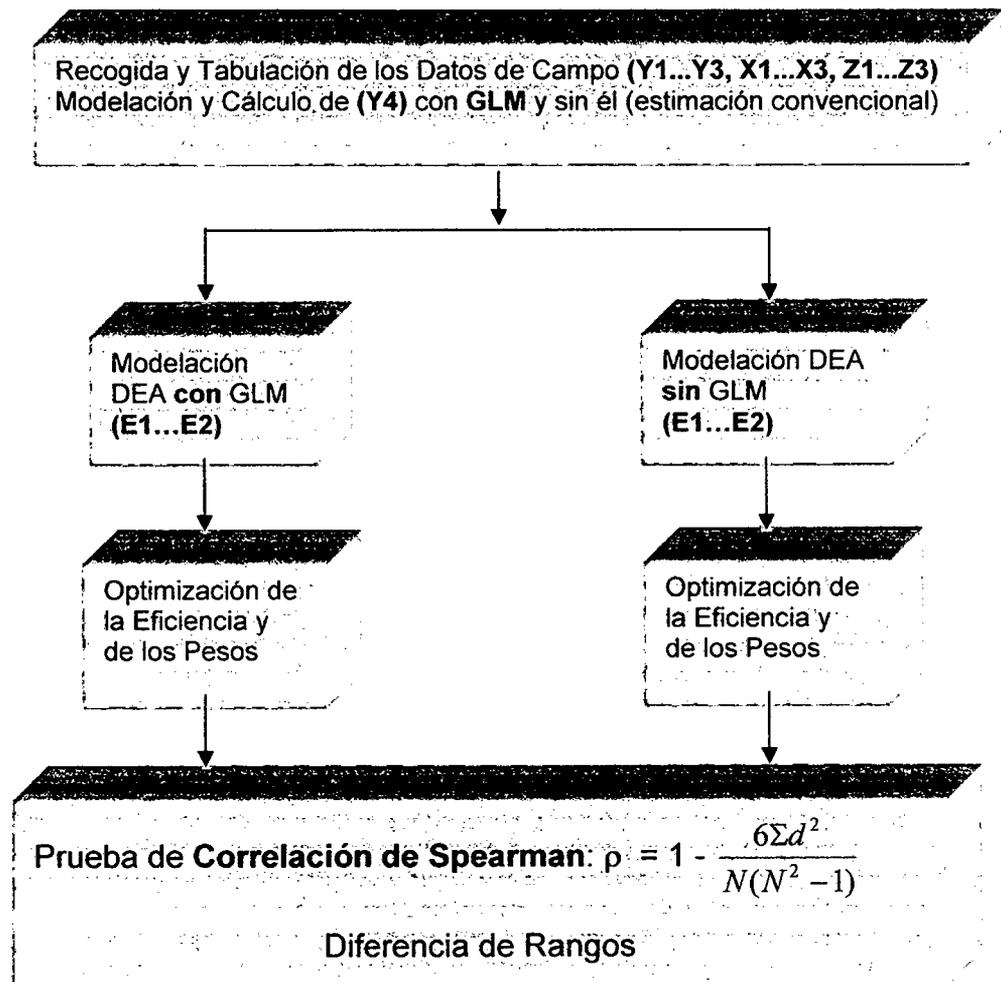
T calculado  $\leq$  T de Tabla  $\Rightarrow$  Hipótesis nula verdadera

#### 4.5. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Una vez realizada la recolección de toda la información numérica pertinente, en las ocho tiendas, los datos registrados en las hojas de trabajo se trasladan a tablas (tabulación de datos) para ser recontados y expurgados y así quedar expeditos para ser analizados e interpretados siguiéndose el esquema siguiente:

#### ESQUEMA DE LA OBTENCIÓN DE LA EVIDENCIA EMPIRICA

##### PRUEBA DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN



### **La prueba de Correlación por Rangos de Spearman**

Permite averiguar si el orden jerárquico de eficiencias óptimas obtenido con un método es esencialmente igual o no al obtenido con el otro método. Si ese orden se mantiene esencialmente igual para los dos métodos de cálculo, entonces estos son mutuamente coherentes porque conservan la estructura general del objeto investigado. Se rige por la siguiente fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde:

$\rho$  = Coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo (-1, 1)

$\sum d^2$  = Suma de cuadrados de las diferencias de rango o puesto

N = Número de tiendas

El criterio a seguir para aceptar o rechazar la hipótesis de coherencia será el establecido por Spearman quien adjudica una correlación positiva significativa a valores de  $\rho$  comprendidos en el intervalo (0.7, 1.0) y a poca o ninguna correlación a los valores de  $\rho$  comprendidos entre (0.0, 0.6).

Igual vale para la correlación negativa solo que el coeficiente tendrá el signo menos. El valor cero indica que no hay correlación pero no dice nada sobre la independencia de los tratamientos. Por eso se necesita otro indicador diferente para esta última característica, como se ve en el párrafo siguiente.

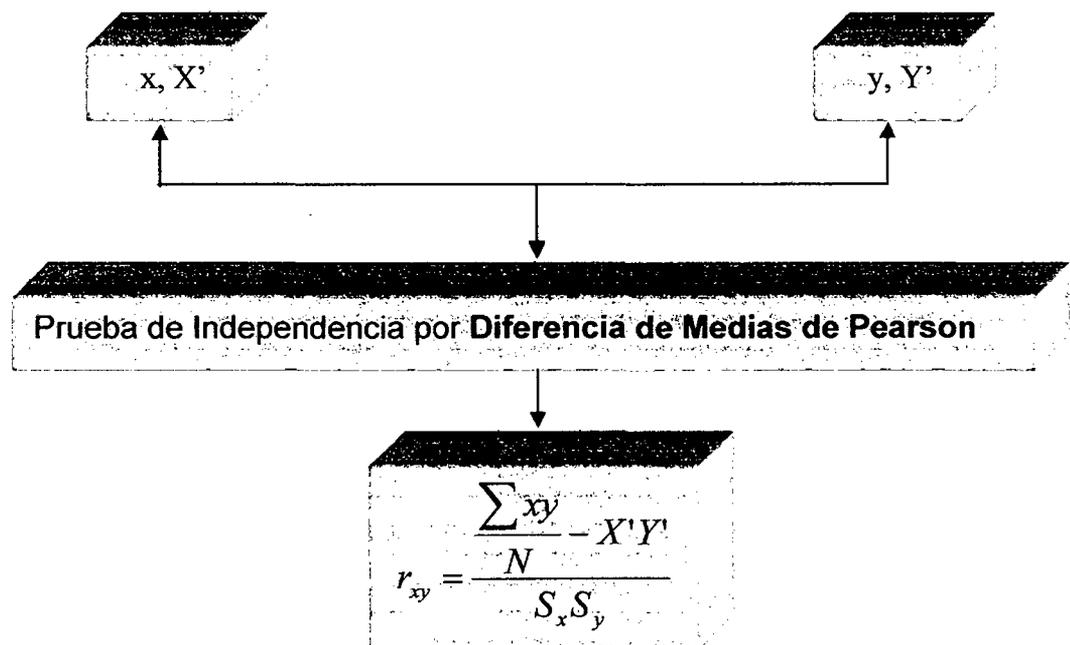
Las pautas a tener en cuenta son:

Si  $\rho$  calculado se halla entre (0.7, 1.0) => Hipótesis alternativa verdadera: Las eficiencias calculadas con ambos métodos guardan un orden significativamente equivalente, Son pues métodos coherentes entre sí que producen resultados diferentes en exactitud pero

igualmente objetivos en cuanto a la estructura de las eficiencias, siendo más exacto el DEA con GLM que el DEA solo.

Si  $\rho$  calculado se halla entre (0.0, 0.6) => Hipótesis nula verdadera: Las eficiencias calculadas con ambos métodos guardan un orden significativamente no equivalente, Son pues métodos no coherentes mutuamente y no hay ventaja en usar el DEA + GLM respecto al DEA solo.

### LA PRUEBA DE INDEPENDENCIA DE PEARSON



Elaboración propia – Junio 2010

#### La Prueba de Independencia de Pearson

Permite averiguar si ambos métodos son independientes entre sí o en realidad **están correlacionados** (no independientes) en el sentido de que las ventas reales (Outputs efectivos) y las ventas potenciales (Outputs posibles por el "atractivo" de las tiendas) muestren razonable proporcionalidad, lo que cabe esperar puesto que este potencial se traduce efectivamente en ventas reales.

Se rige por la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - X'Y'}{S_x S_y}$$

Donde:

$r_{xy}$  = Coeficiente de Pearson de independencia de muestras

$X'$  = Output Medio de las 8 tiendas en operaciones normales

$Y'$  = Output Medio de las 8 tiendas según Modelo GLM

$S_x$  = Varianza correspondiente al caso x

$S_y$  = Varianza correspondiente al caso y

$N$  = Número de tiendas de la Muestra para el caso x e y

El **criterio** a seguir para aceptar o rechazar la hipótesis será el usual para el caso de una muestra en que el número de individuos de ambas muestras cumplen: ( $n_1 + n_2 = 16 < 30$ ) y entonces debe usarse la Tabla T-Student en lugar de la Tabla Normal para determinar el valor teórico del indicador.

T calculado > T de Tabla => Hipótesis alternativa verdadera

T calculado <= T de Tabla => Hipótesis nula verdadera

## **CAPÍTULO V**

### **DESCRIPCION DEL MODELADO ÓPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA DE CENTROS COMERCIALES**

La empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú arbitrariamente y sin un método idóneo, viene colocando sus tiendas o unidades de negocio dentro del área de Lima, no logrando las ganancias esperadas a pesar que muchas de ellas se encuentran en zonas comerciales, además de no obtener la eficiencia técnica esperada de sus tienda ubicadas en la ciudad de Lima.

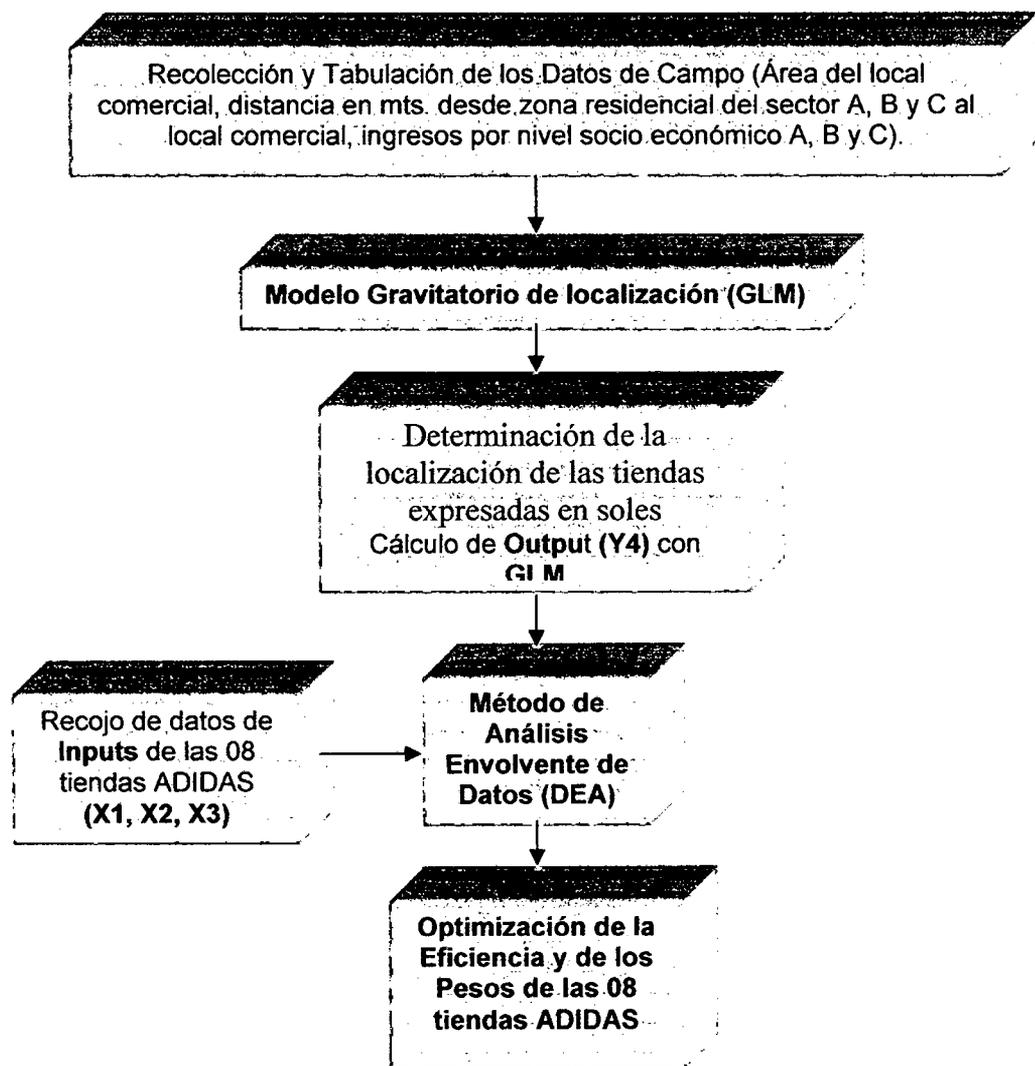
El modelado Óptimo de Localización y Eficiencia de Centros Comerciales, permite a la empresa conocer la ubicación de las tiendas expresada en soles, posibilitando que esta pueda trazarse metas más reales y atrevidas, y calcular objetivamente la eficiencia técnica óptima comparada de las mismas, lo cual le permitirá a su vez decidir la reubicación de alguna de ellas.

#### **5.1 ESQUEMA PARA LA OBTENCIÓN DE EFICIENCIA ÓPTIMA CON MODELADO DEA-GLM**

En este esquema se observa los pasos que sigue el Modelado hasta conseguir la optimización de la eficiencia; en primer lugar, la recolección de los datos que permiten la obtención del monto de localización de las tiendas expresada en soles, monto que servirá a su vez como Output (Y4) de cada tienda de acuerdo a su localización.

Este Output (Y4) correspondiente a cada tienda será ingresado al Método DEA junto con los Inputs de las tiendas dando como resultado la Optimización de la eficiencia técnica y de los pesos de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.

### ESQUEMA PARA LA OBTENCIÓN DE EFICIENCIA ÓPTIMA CON MODELADO DEA-GLM



Elaboración propia – Julio 2011

## 5.2. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE DATOS

El cálculo de las Eficiencias y de los pesos de cualquier tienda se realiza con la siguiente estructura de ecuaciones que conforman un Programa Lineal

$$\text{Maximizar } E = \sum_r u_r y_{rj} \quad (\text{Eficiencia de la tienda de referencia})$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_i v_i x_{ij} = k \quad (K=1 \text{ valor arbitrario constante adoptado})$$

$$\text{Y a: } \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\text{Y a: } u_r, v_i \geq \varepsilon$$

Donde:

$E$  = Eficiencia de la tienda de referencia

$y_{rj}$  = r-ésimo Output correspondiente a la j-ésima tienda

$x_{ij}$  = i-ésimo Input correspondiente a la j-ésima tienda

$u_r, v_i$  = "Pesos" o coeficientes de los respectivos Outputs e Inputs

$\varepsilon$  = Infinitésimo definido positivo como límite inferior de los "pesos"

La Solución de este Programa Lineal se realiza por el Método matemático de álgebra lineal llamado SIMPLEX que se halla ya incorporado en el Software que se va a emplear: El SOLVER de Excel o su equivalente en software de alto nivel.

Se usó como tienda de referencia a la de mayor venta, la N° 1, que es la Tienda del centro comercial Jockey Plaza (600,000.00 soles / mes en ventas totales) que tiene el índice  $j = 1$

Desplegando en detalle el Programa Lineal se tiene:

$$\text{Max: } E_1 = 300.43u_{11} + 269.53u_{21} + 30.04u_{31}$$

$$\text{Sujeto a: } 49v_{11} + 73.2v_{21} + 200v_{31} = 1$$

$$\begin{aligned}
 \text{Y a: } & 300.43u_{11} + 269.53u_{21} + 30.04u_{31} - 49v_{11} - 73.2v_{21} - 200v_{31} \leq 0 \\
 & 164.75u_{12} + 147.78u_{22} + 16.47u_{32} - 60v_{12} - 98.6v_{22} - 180v_{32} \leq 0 \\
 & 172.5u_{13} + 155.25u_{23} + 17.25u_{33} - 43.2v_{13} - 64.8v_{23} - 278v_{33} \leq 0 \\
 & 140u_{14} + 126u_{24} + 14u_{34} - 39.2v_{14} - 58.8v_{23} - 160v_{33} \leq 0 \\
 & 125u_{15} + 112.5u_{25} + 12.5u_{35} - 35v_{15} - 52.5v_{25} - 180v_{35} \leq 0 \\
 & 75.91u_{16} + 68.2u_{26} + 6.07u_{36} - 25v_{16} - 37.5v_{26} - 300v_{36} \leq 0 \\
 & 90u_{17} + 81u_{27} + 9u_{37} - 20v_{17} - 30v_{27} - 180v_{37} \leq 0 \\
 & 65u_{18} + 58.5u_{28} + 6.5u_{38} - 18v_{18} - 27v_{28} - 180v_{38} \leq 0
 \end{aligned}$$

$$\text{Y a: } u_{14}, u_{24}, u_{34}, v_{14}, v_{24}, v_{34} \geq \varepsilon$$

Este programa lineal, para la tienda N° 1 (C.c. Jockey Plaza), que es la de referencia, se ingresó al Programa SOLVER de Excel con ayuda de la siguiente Tabla N° 4 de Datos, general para todas las tiendas, que resume los datos de las Tablas 1, 2 y 3 de datos recogidos en el trabajo de campo. Los datos están convenientemente reducidos por división por mil (o sea se dan en miles) para un uso más ágil de los mismos como coeficientes de las ecuaciones del Modelo.

**TABLA N° 4**  
**OUTPUTS (Y) E INPUTS (X) DE LAS TIENDAS**

Tienda N°	Y1	Y2	Y3	X1	X2	X3
1	300,43	269,53	30,04	49	73,2	200
2	164,75	147,78	16,47	60	98,6	180
3	172,5	155,25	17,25	43,2	64,8	278
4	140	126	14	39,2	58,8	160
5	125	112,5	12,5	35	52,5	180
6	75,91	68,02	6,07	25	37,5	300
7	90	81	9	20	30	180
8	65	58,5	6,5	18	27	180

Elaboración propia – Agosto 2009

NOTA: Estos valores están en miles para ser usados como coeficientes

Nótese que en esta tabla el valor de la columna que correspondería al Output Y4 (Ventas totales potenciales por Posición) está omitido porque en la corrida inicial del Modelo DEA no se considera este Output. Este valor Y4 es adoptado recién para el cálculo de la eficiencia óptima con GLM (Corrida del Modelo DEA + GLM), reemplazando a las ventas reales (Y1, Y2, Y3)

Se calcula Y4 por separado con el Modelo GLM, conforme a lo establecido en esta tesis (véase página 23) acerca de la necesidad de usar este Output de ventas potenciales además de las ventas totales reales ya que así se mide el efecto de la "atracción" de cada tienda sobre las zonas residenciales cercanas, omitido en las evaluaciones corrientes.

Realizar este cálculo, previo a DEA, requiere de los datos de campo que figuran en la Tabla N° 5, y los cálculos que se muestran en el anexo F y que se muestra a continuación:

**TABLA N° 5**

**DATOS DE LAS ZONAS RESIDENCIALES Y LOS CENTROS  
COMERCIALES**

<b>Tienda N°</b>	<b>Zonas Para Cada Tienda</b>	<b>Gastos totales mensuales por la i-ésima Zona (Ci) en calzado, artículos y accesorios deportivos</b>	<b>Área de la tienda para calcular la Atracción (Ai) de esta tienda sobre cada zona en m<sup>2</sup></b>	<b>Distancia estimada (Dij) de Zona a tienda (mts)</b>
1	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	73931957.3 21062881.3 3827661.86	200 200 200	3840 5340 7600
2	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	21716606.9 6186963.39 1124328.79	180 180 180	2900 1400 1450
3	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	73931957.3 21062881.3 3827661.86	278 278 278	1700 3780 6180
4	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	17416391 11410277.7 2689252.04	160 160 160	650 940 1380
5	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	1204788.86 5855347.53 7087091.78	180 180 180	1800 800 2900
6	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	26825145.2 7642362.91 1388811.94	300 300 300	3100 1420 2100
7	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	8926430.76 5848114.77 1378323.56	180 180 180	1160 550 830
8	Zona 1: Zona 2: Zona 3:	1593594.50 1810850.08 2592328.71	180 180 180	760 1220 1770

Elaboración propia –Julio 2009

Con estos datos se corrió el programa de cómputo del Modelo GLM (Véase el Anexo F sobre el procedimiento de detalle que se siguió):

### 5.3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para el indicador Output Y4, ahora calculado con el Modelo GLM, se dan en la Tabla N° 6:

**TABLA N° 6 – RESULTADOS OBTENIDOS CON GLM**

Tienda N°	1	2	3	4
Y4	2891659,62	316428,87	4558980,78	711700,17
Tienda N°	5	6	7	8
Y4	290175,41	651157,12	283308,67	98308,72

Elaboración propia – Junio 2009

Entonces ya se pudo calcular con el Método DEA los valores óptimos de los Pesos  $u_1$ ,  $u_2$  y  $u_3$ , conjuntamente con la Eficiencia máxima posible por tienda.

Los valores calculados (Los pesos  $U$  óptimos para los Outputs) junto con los Inputs  $V$  asumidos para cada tienda respectivamente y las Eficiencias máximas de cada tienda, obtenidos por el programa de cómputo se registraron en la Tabla 7a, de acuerdo a la información del anexo D.

**TABLA N° 7A  
EFICIENCIAS OBTENIDAS CON DEA**

Tienda N°	U1	U2	U3	V1	V2	V3	E máxima
1	300,43	269,43	30,14	49	73,2	200	1
2	164,75	147,78	16,47	60	98,6	180	1
3	172,5	155,25	17,25	43,2	64,8	278	0.9943
4	140	126	14	39,2	58,8	160	1
5	125	112,5	12,5	35	52,5	180	0.9469
6	75,91	68,02	6,07	25	37,5	300	1
7	90	81	9	20	30	180	1
8	65	58,5	6,5	18	27	180	1

Elaboración propia - Junio 2009

En la tabla 7b, se muestra las eficiencias óptimas obtenidas con el método DEA, pero reemplazando los Outputs de las tiendas por Y4, cuyos resultados luego de ejecutar el programa Solver se encuentran en el anexo G y a continuación se muestran:

**TABLA N° 7B**  
**EFICIENCIAS MÁXIMAS CON DEA E Y4 CALCULADO CON GLM**

Tienda N°	Y4	X1	X2	X3	E máxima
1	2891,66	49	73,2	200	1
2	316,43	60	98,6	180	1
3	4558,98	43,2	64,8	278	1
4	711,7	39,2	58,8	160	0,3146
5	290,18	35	52,5	180	0,1046
6	651,16	25	37,5	300	1
7	283,31	20	30	180	0,2056
8	98,31	18	27	180	0,1

Elaboración propia - Junio 2009

Nótese que cada renglón de esta tabla requirió un Programa Lineal completo. Se resolvieron pues 16 Programas Lineales en total, con igual número de corridas de computador.

Ahora, si bien ya se tienen las Eficiencias máximas de todas las tiendas, falta encontrar las correspondientes Eficiencias óptimas modificando de manera proporcionada en el plano de fase los Output o Input necesarios tratando de acercarlos al que corresponde a la tienda más eficiente que es la de referencia (todas las eficiencias son relativas a la tienda base).

Se procedió en la manera indica en el apartado 2.2. El método DEA para la proyección de puntos de las tiendas menos eficientes sobre la frontera envolvente y entre sus dos tiendas blanco como se muestra en la página siguiente en la Tabla 8A y de acuerdo a la información del anexo E.

**TABLA N° 8A**  
**EFICIENCIAS CON DEA CONVENCIONAL Y REDUCCIÓN EN INPUTS**

Tienda N°	U1	U2	U3	V1	V2	V3	E Óptima
1	300,43	269,43	30,14	49	73,2	200	1
2	164,75	147,78	16,47	60	98,6	180	1
<b>3</b>	<b>173,48</b>	<b>156,13</b>	<b>17,35</b>	<b>42,96</b>	<b>64,43</b>	<b>276,43</b>	<b>1</b>
4	140	126	14	39,2	58,8	160	1
<b>5</b>	<b>131,64</b>	<b>118,48</b>	<b>13,16</b>	<b>33,14</b>	<b>49,71</b>	<b>170,44</b>	<b>1</b>
6	75,91	68,02	6,07	25	37,5	300	1
7	90	81	9	20	30	180	1
8	65	58,5	6,5	18	27	180	1

Elaboración propia - Julio 2009

Así mismo en la tabla 8B, se muestra la proyección de las tiendas menos eficientes pero utilizando Y4 como output de las tiendas, para alcanzar la optimización de las mismas de acuerdo a la información del anexo H.

**TABLA N° 8B**  
**EFICIENCIAS ÓPTIMAS CON DEA Y Y4 CALCULADO CON GLM**  
**Y REDUCCIÓN EN INPUTS**

Tienda N°	U4	V1	V2	V3	E Óptima
1	2891,66	49	73,2	200	1
2	316,43	60	98,6	180	1
3	4558,98	43,2	64,8	278	1
<b>4</b>	<b>711</b>	<b>12,33</b>	<b>18,5</b>	<b>50,33</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	<b>290,18</b>	<b>3,66</b>	<b>5,49</b>	<b>18,82</b>	<b>1</b>
6	651,16	25	37,5	300	1
<b>7</b>	<b>283,31</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>1</b>
<b>8</b>	<b>98,31</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>180</b>	<b>1</b>

Elaboración propia - Julio 2009

### A) Prueba de Spearman

Con esta información definitiva de Eficiencias Óptimas se realizó a continuación la prueba de Spearman siguiendo las directivas del apartado 4.5, que en esencia consiste en encolumnar a las 8 tiendas ordenadas por Eficiencia Óptima (orden descendente) primero con DEA convencional y en la columna adyacente el DEA con Y4 calculado con GLM. Se empleó la siguiente disposición de datos:

Como existen valores coincidentes entre rangos adyacentes se aplica la regla de Spearman para la asignación de rangos a valores iguales poniendo el promedio de los rangos que hubiesen sido asignados si no hubiesen estas coincidencias. Por ejemplo las Tiendas 1 y 2 con eficiencia convencional 1 tendrán como rango igual  $1,5 = (1 + 2) / 2$  en vez de 1 y 2 respectivamente.

**TABLA Nº 9**  
**DISPOSICIÓN DE DATOS PARA LA PRUEBA DE SPEARMAN**

Tienda	Rangos de Eficiencia Convencional	Rangos de Eficiencia calculados con GLM	Diferencia entre Rangos	(Diferencia) <sup>2</sup>
1	1,5 (1)	1,5 (1)	0	0
2	1,5 (1)	1,5 (1)	0	0
3	7 (0.9943)	3,5 (1)	3.5	12.25
4	3,5 (1)	5 (0,31)	-1,5	2,25
5	8(0.9468)	7 (0,1046)	1	1
6	3,5 (1)	3.5 (1)	0	0
7	5,5 (1)	6 (0,2056)	-0,5	0,25
8	5,5 (1)	8 (0,1)	- 2,5	6,25
Totales				$\Sigma d^2 = 22$

Elaboración propia – Julio 2009

Nota: Los valores entre paréntesis son las respectivas eficiencias

Al aplicar la fórmula de correlación por rangos de Spearman:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde:

$\rho$  = Coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo (-1, 1)

$\sum d^2$  = Suma de cuadrados de las diferencias de rango o puesto (22)

$N$  = Número de tiendas (8),

Se obtuvo un  $\rho = 0,7381$

De acuerdo al Criterio se interpreta como sigue:

Al estar este valor en el rango (0,7 - 1,0) se afirma con Spearman que hay una alta correlación positiva por rango entre las Eficiencias calculadas con la Modelación DEA y las obtenidas con el Modelo DEA + GLM

Esto significa que ambos métodos son mutuamente coherentes como herramientas de investigación de la eficiencia y por lo tanto la introducción del GLM no introduce distorsiones en la estructura de eficiencias evaluadas por DEA, método que ya ha sido validado internacionalmente, sino que solamente lo hace más completo llevándolo hasta la obtención de los valores óptimos no solo de la eficiencia operativa normal sino también de la eficiencia potencial derivada del poder de “atracción” del centro comercial sobre las zonas residenciales adyacentes.

## **B) Prueba de Pearson**

Finalmente se realizó la prueba de independencia entre los Outputs promedio, y los calculados con el GLM. Su importancia radica en que permitió averiguar si existe diferencia significativa entre los métodos DEA convencional y el método propuesto DEA + GLM, que es lo que afirma la hipótesis nula, o si no existe realmente esta diferencia y están relacionados (Hipótesis alternativa).

Para hacerlo se usó la siguiente tabla de datos pareados con 8 pares de valores que aportan (8 – 2) grados de libertad y un nivel de significación de 0.05 que es el valor estándar en este tipo de investigaciones:

**TABLA N° 10**  
**DISPOSICIÓN DE DATOS PARA LA PRUEBA DE PEARSON**

Output ADIDAS x	Output GLM y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	x*y
600	2891.66	360000	8361697.56	1734996
329	316.43	108241	100127.94	104105.5
345	4558.98	119025	20784298.64	1572848
280	711.70	78400	506516.89	199276
250	290.18	62500	84204.43	72545
150	651.16	22500	424009.35	97674
180	283.31	32400	80264.56	50995.8
130	98.31	16900	9664.86	12780.3
Σx = 2264	Σy = 9801.73	Σx <sup>2</sup> = 799966	Σy <sup>2</sup> = 30350784.22	Σx*y = 3845221

Elaboración propia – Julio 2010

Donde:

$$X' = \sum \frac{x}{N} = \frac{2264}{8} = 283$$

$$Y' = \sum \frac{y}{N} = \frac{9801.73}{8} = 1225$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - X'^2} = \sqrt{\frac{799966}{8} - 283^2} = 141.09$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{N} - Y'^2} = \sqrt{\frac{30350784.22}{8} - 1225^2} = 1514.16$$

Luego aplicando:

$$r_{xy} = \frac{\frac{\sum xy}{N} - X'Y'}{S_x S_y} = \frac{\frac{3845221}{8} - (283 * 1225)}{141.09 * 1514.16} = 0.6268$$

Luego de calcular el valor del coeficiente de correlación, debemos determinar si el valor obtenido muestra que las variables x e y, están relacionadas, en otras palabras nos preguntamos por el significado de dicho valor.

La significación del coeficiente de correlación se estudia por medio de la distribución t de Student, con N-2 grados de libertad y desviación tipo:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r_{xy}^2}{N - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0.6268^2}{6}} = 0.3181$$

En consecuencia, dado un determinado coeficiente de correlación  $r_{xy}$ , obtenido en una determinada muestra se trata de comprobar si dicho coeficiente es posible que se encuentre dentro de la distribución muestral especificada por la hipótesis nula. La significación del coeficiente de correlación se estudia por medio de la distribución t de Student. Para ello se obtiene el valor de:

$$t = r_{xy} \sqrt{\frac{N - 2}{1 - r_{xy}^2}} = 0.3181 \sqrt{\frac{6}{1 - 0.3181^2}} = 1,9707$$

Se obtuvo un  $t$  calculado = 1,9707

Entrando ahora a la Tabla t – Student con  $g = (8 - 2) = 6$  y con  $\alpha/2 = 0,05$  se saca de ella el valor tabulado  $T_{\alpha/2, g}$

$$t_{\alpha/2, g} = 2,447$$

De acuerdo al criterio establecido:

T calculado > T de Tabla => Hipótesis alternativa verdadera

T calculado <= T de Tabla => Hipótesis nula verdadera

Por lo tanto: El valor calculado es menor que el de Tabla y por ello ambos métodos son independientes. Por lo tanto se concluye que se rechaza la Hipótesis alternativa y se confirma la Hipótesis nula

### C) Interpretaciones

- De acuerdo al Criterio de la Prueba de Correlación por Rangos de Spearman, donde se obtuvo un  $\rho = 0,7381$ , debe interpretarse como sigue:

Al estar este valor en el rango (0.7, 1.0) se afirma, con Spearman, que hay una alta correlación positiva por rango entre las eficiencias óptimas obtenidas con la Modelación DEA solamente y las eficiencias óptimas obtenidas con el Modelo mejorado DEA + GLM

Esto significa que ambos métodos son mutuamente coherentes como herramientas de investigación de la eficiencia y por lo tanto la inclusión del GLM no introduce distorsiones en la estructura de eficiencias óptimas evaluadas por DEA, método ya validado internacionalmente, sino que solamente lo hace más exacto y completo puesto que le aporta mayores y mejores elementos de juicio, particularmente las consideraciones geográficas y demográficas de carácter geométrico y no puramente algebraico, para la toma de decisiones corporativas. Este hallazgo aporta una prueba sólida a favor de la Hipótesis General de este trabajo dentro del margen de Confiabilidad de 95% establecido

- En cuanto a la prueba de diferencia de medias de Pearson entre los Outputs óptimos reales y potenciales, usados en el DEA convencional y el DEA + GLM respectivamente, el cálculo muestra inequívocamente la independencia de ambas estructuras. Este resultado aporta también una importante prueba a favor de la Hipótesis General de este trabajo dentro del margen de Confiabilidad de 95% ya indicado. En realidad, si hubiese aparecido una diferencia significativa entre ambas formas de análisis significaría que no habría correlación entre las ventas reales (Outputs) de las tiendas y las ventas potenciales (Outputs calculados con GLM) derivadas de su posición geográfica "atractiva" lo que implicaba que la actual posición

de estas tiendas no tendría influencia importante en sus ventas. De haberse dado este resultado adverso contradiría una afirmación fundamental de este trabajo. Por eso, que se haya comprobado, con 95% de Confiabilidad, la independencia de ambos métodos, reafirmando la validez e importancia de este trabajo.

#### 5.4. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos luego del uso del modelo propuestos podemos afirmar que los ingresos proyectados (obtenidos del modelado DEA - GLM) entre las ocho (08) tiendas mensualmente, superan largamente los datos proporcionados por la empresa ADIDAS, como se muestra en el cuadro. Esto nos indica que no están aprovechando al máximo las oportunidades que les presenta el entorno.

<b>OUTPUTS ADIDAS DEA MENSUALES</b>	<b>OUTPUTS ADIDAS DEA - GLM MENSUALES</b>
S/.2'264,000	S/.9'801,720

Elaboración propia – Julio 2010

Por otro lado, podemos también afirmar que la diferencia entre las tiendas que presentan una eficiencia técnica igual a uno (01), y las ineficientes, es mínima cuando solo se utiliza el modelo DEA con los datos proporcionados por la empresa ADIDAS, a diferencia de la obtenida utilizando el modelo DEA – GLM, en donde se puede apreciar que las desigualdades entre tiendas eficientes e ineficientes es mucho mayor, siendo las mas eficientes aquellas con mayor cantidad de residentes de los sectores socio – económicos A y B. Incluso las tiendas “ineficientes” podrían alcanzar ventas mayores que las logradas de acuerdo a la información proporcionada por la empresa, luego de ser optimizada su eficiencia.

**TABLA N° 11**  
**COMPARACIÓN DE OUTPUTS DEA Y ÓPTIMOS DEA - GLM**

<b>Tienda</b>	<b>Outputs óptimos con DEA</b>	<b>Outputs óptimos con DEA - GLM</b>
Jockey Plaza	600.00	2891.66
Comandante Espinar	329.00	316.43
El Polo	346.95	4558.98
San Miguel	280.00	1199.51
Mega Plaza	263.28	550.00
San Borja	150.00	651.16
Jesús María	180.00	508.37
Bellavista	130.00	186.79

La tabla N° 11, nos muestra los resultados obtenidos utilizando el Modelado DEA – GLM, permitirán a las tiendas ADIDAS, trazarse metas y objetivos más ambiciosos, dentro de su plan estratégico, a mediano y largo plazo; hasta poder alcanzar los más de 100 millones de soles anuales de ingresos solo con estas ocho (08) tiendas.

Así mismo le permite a la empresa poder decidir mejor la localización de las unidades de negocio o tiendas ineficientes y nuevos locales que desee colocar dentro del área de Lima.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

- 6.1.1** Queda demostrado que el Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos permite conocer la localización de las tiendas expresada en soles y calcula objetivamente la eficiencia técnica óptima comparada de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú, dentro de los límites de confiabilidad establecidos.
- 6.1.2** Se demostró que el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos son coherentes entre si, por lo que pueden formar juntos un Modelado que permite conocer la localización de las tiendas expresada en soles y a la vez calcular la eficiencia técnica óptima de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.
- 6.1.3** Con el empleo del Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de localización y el Método de Análisis Envolvente de datos la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú puede superar los 100 millones de soles en ventas al año, sin considerar la reubicación de las tiendas ineficientes.

- 6.1.4.** Se confirma la importancia de considerar los aspectos geográficos y demográficos en la Modelación Matemática competente de los procesos comerciales para aumentar su eficiencia y llegar al punto óptimo de funcionamiento, superando así la práctica corriente de incluir solo los aspectos económicos y financieros que no reflejan cabalmente la problemática del comercio minorista en gran escala.
- 6.1.5** Se demostró que la ubicación de las tiendas de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú se realiza en base a estimaciones sobre escalas arbitrarias sin tener en cuenta técnica alguna que permita una óptima localización y máximo beneficio para la empresa.
- 6.1.6** Se demostró la importancia del Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos, no solo en la ubicación de unidades de negocio, sino también en la búsqueda de la eficiencia de las unidades ineficientes, a través de un benchmarking interno con las unidades eficientes.
- 6.1.7** El Modelado no solo busca optimizar la eficiencia, sino además contribuye, de acuerdo al plan estratégico de una organización, en la formulación de metas estratégicas más ambiciosas para la empresa y por unidades de negocio o tiendas, motivando al personal de las mismas a mejorar su desempeño dentro y con los colaboradores externos, para lograr una mayor eficiencia relativa en relación a las demás unidades de la organización.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- 6.2.1** Se recomienda la aplicación del Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos el cual permite conocer la localización de las tiendas expresada en soles y calcula objetivamente la eficiencia técnica optima comparada dentro de la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú.
- 6.2.2** Se recomienda a la empresa ADIDAS Chile sucursal del Perú, reubicar las tiendas que luego de optimizarse su eficiencia no alcancen las metas trazadas y colocarlas en zonas que le produzcan a la empresa mayores ingresos económicos, por medio de la utilización del Modelado Optimo.
- 6.2.3** Se recomienda la implantación del modelo hibrido a todas las empresas con cuatro o más unidades de negocio dentro del negocio del comercio al minoreo o "Retail", que tengan intenciones de expansión, ya que les permitirá por un lado conocer los ingresos óptimos que pueden obtener en la zona en la que planeen ubicarse y a la vez conocer las unidades de negocio eficientes e ineficientes, y la manera de optimizar la eficiencia de estas últimas.
- 6.2.4** Se recomienda la implantación del Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos también en aquellas empresas, sólidamente afincadas ya que les permitirá conocer el verdadero potencial de venta que tiene la zona en la que sus unidades de negocio están localizadas, pudiendo plantearse metas más ambiciosas en cuanto a sus Outputs, Inputs, y eficiencia técnica; o por otro lado, replantear la ubicación de una unidad en una zona que no permita alcanzar las metas esperadas para esa unidad de negocio.

**6.2.5** Así mismo con la finalidad de alcanzar los ingresos que el Modelado que asocia el Modelo Gravitatorio de Localización y el Método de Análisis Envolvente de Datos permite conocer, las empresas deben emplear estrategias acordes con los tiempos de modernidad y cambio incesante, cambiar el enfoque de ventas utilizando las redes virtuales para llegar a una mayor cantidad de clientes, emplear el marketing one to one, el delivery, los catálogos virtuales, etc.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Eficiencia:** El concepto de eficiencia está relacionado con la economía de recursos. Es frecuente definir la eficiencia como la relación entre los resultados obtenidos (outputs) y los recursos utilizados (inputs)<sup>7</sup>. Dado que las empresas suelen producir múltiples outputs a partir de múltiples inputs, la eficiencia será en cualquier caso una magnitud multidimensional. Esto plantea dos problemas: Cómo medirlas y compararlas entre sí y como optimizarlas dinámicamente. Las respuestas las da el Análisis DEA

**Eficacia y Eficiencia:** Es necesario precisar las diferencias entre los conceptos eficacia y eficiencia. La eficacia consiste en el logro de un objetivo propuesto, lo importante es hacer las cosas, sin considerar el coste o el beneficio de conseguirlas ni si existen modos alternativos de llevarlas a cabo<sup>2</sup>. Mientras que la eficiencia consiste en hacer bien las cosas, es decir, en asegurar una correcta distribución de los medios empleados en relación con los fines obtenidos.

**Data Envelopment Analysis (DEA):** En español es muy común su traducción como Análisis Envoltante de Datos aunque también hay otras traducciones como por ejemplo Análisis de Datos Involucrados etc. Es un método de optimización matemática, normalmente por Programación Lineal, que generaliza la medida de la eficiencia técnica de Farrell (1957) de una organización con un solo Input y un solo Output, construyendo una nueva medida de eficiencia relativa válida para Inputs y Outputs técnicos múltiples reducidos a un solo ratio Input y Output virtual<sup>8</sup>. DEA se constituye en una nueva herramienta de la Investigación Operativa para la medida de la eficiencia técnica gracias a los desarrollos de Charnes, Cooper, Rhodes (1978) con el Modelo CRS y las extensiones realizadas por Banker, Charnes, Cooper (1984) para incluir retornos variables a escala.

---

<sup>7</sup> Diccionario de Contabilidad, Economía y Finanzas; Tomo II

<sup>8</sup> Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of Art, The journal of productivity analysis 7, 99-137 (1996).

**Modelo:** Representación matemática, gráfica, verbal o material de un sistema real generalmente complejo, para poder entenderlo o controlarlo. El Modelo simplifica al objeto representado reduciéndolo a sus características relevantes para un fin o propósito determinado. Es usual que se represente la estructura del objeto o proceso matemáticamente por medio de constricciones lineales y su dinámica por funciones con máximo o mínimo sobre una multiplicidad geométrica dada. La solución óptima generalmente se halla encontrando una trayectoria de valor mínimo (máximo) entre el origen y el punto óptimo sobre la variedad o multiplicidad geométrica considerada.

**Modelos Gravitatorios:** Son Modelos de índole geométrica cuyo antecedente se remonta a Isaac Newton con su célebre ecuación:

$$F = GM_1M_2/D^2$$
 que es una de las bases de la Mecánica Clásica.

Un rasgo importante de esta ecuación es la disminución cuadrática de la fuerza con la distancia, lo que sugiere la existencia de un campo potencial gravitatorio cuyo desarrollo tocó estudiar a Pierre Simon Laplace ya a principios del siglo XIX sobre la base de funciones analíticas y armónicas que son soluciones de su famosa ecuación diferencial delta en derivadas parciales y de segundo orden.

Desde este punto de vista las ecuaciones gravitatorias de tipo Newton o Coulomb son casos especiales de funciones armónicas de Laplace. Siguiendo esta idea de campo potencial algunos planificadores urbanos ingleses, como Cordey Hayes (1968), Wilson A. G. (1969)<sup>9</sup> comenzaron a buscar analogías entre el mundo físico y el social y a modelar fenómenos como el de la “atracción de los centros comerciales sobre los habitantes de las zonas residenciales” a partir de 1965 con gran éxito en la localización de centros comerciales grandes (tipo supermarket) en Londres.

---

<sup>9</sup> CORDEY HAYES *Retail Location Models*, Center for Environmental Studies London, England, 1968  
WILSON A. G. *Entropy in Urban and Regional Modelling*, Center for Environmental Studies, idem, 1969

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ANDRADE Simón (1997) *Planeación Estratégica*, Editorial Lucero Ltda.  
Lima
- [2] BARROS O. (1998). *Tecnologías de Información y su uso en Gestión*.  
México: Editorial McGraw Hill, 2da. Edición.
- [3] CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. (1978, clásico) *Measuring the efficiency of decision making units*, Eur. J. Opl. Res 2, 429-444.
- [4] CLARK O. E. John (1986). *Computers at work*. Hamlyn Publishing Group  
London
- [5] COLIN Lee (1983). *Modelos de Planificación*. Ediciones Pirámide S.A.  
Madrid España
- [6] COOPER William, KAORU Tone, Seiford Lawrence M.J. (2000) *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Mass. USA
- [7] FARRELL, M.J. (1957, clásico) *The measurement of productive efficiency*, J.R. Statis. Soc. Series A 120, 253-281.
- [8] Farrell M.J., Fieldhouse M. (1962, clásico) *Estimating efficient production functions under increasing returns to scale*, J.R. Statis. Soc. Series A 125, 252-267.
- [9] GROFF Gene K. (1986). *Modelos de Decisión*. Editorial El Ateneo.  
Buenos Aires Argentina
- [10] KENDALL Kennett (1996). *Análisis y Diseño de Sistemas*. México:  
Editorial Prentice Hall, 3ra. Edición.

- [11] MENTZBERTG H. & QUINN J. (1993). *El Proceso Estratégico*. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 2da. Edición.
- [12] MOLES Abraham (1961) *La Noción de cantidad en Cibernética*, Les etudes Philosophiques No. 2, Gallimard, Paris
- [13] RAMANATHAN F. (2003) *An Introduction to Data Envelopement Analysis*. Sage Publications, India, New Delhi
- [14] SALINAS Ortiz José. (1996). *Análisis de Decisiones en entornos inciertos, cambiantes y complejos*. Universidad del Pacífico BUP – CENDI, Lima Perú
- [15] SEIFORD, L.M. (1989) *A bibliography of data envelopment analysis*, Working paper, Dept of Industrial Engineering and Operations Research, University of Amherst, MA 01003, USA.
- [16] SEIFORD, L.M.(1996) Data Envelopement Analisis: The evolution of the state of Art ;The journal of productivity analisis 7, 99-137.
- [17] SUBHASH C. Ray (2004) *Data Envelopement Analysis Theory and Techniques for Economics and Operation Research* Cambridge University Press England
- [18] THANASSOULIS, E. Dyson, R.G. (1988, clásico) *Setting target input output levels for relative efficiency under different priorities over individual input output improvements*, Warwick Papers in Management, No. 25, University of Warwick.

- [19] THORE Sten A. (2002) *DEA and related analytical methods for evaluating the use and implementation of Technical Innovation*. Springer International Series N.Y. USA
- [20] VALDIVIA Maldonado P. (2003). *Tecnologías de Información y Comunicación*. Inictel, Lima-Perú
- [21] WIENER Norbert (1948, clásico) *Cibernética*, TUSQUETS Editores 1985, Barcelona España
- [22] WITHEN Jeffrey, L., Bentley Lomic, D., Barlow, Víctor, (1996), *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. España: Editorial Edwin.
- [23] ZHU Joe (2000) *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: DEA Excel Solver*. Springer International Series N.Y. USA
- [24] STAFFORD, L. W. T. (1986). *Business Mathematics*. M & E Handbooks, Plymouth, United Kindom.
- [25] Análisis de desempeño de las categorías en un supermercado usando data envelopment análisis [en línea] Chile: Máximo Bosch, Marcel Goic, Pablo Bustos; 22 Julio 2004<Universidad de Chile><http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges66.pdf> [Mayo 2007]
- [26] Aplicación del Data Envelopment Analysis Al sistema de evaluación de proyectos de inversión pública del gobierno regional de Madre de Dios. [en línea]Lima: Jaime Rugel Cabrera, 22 de Junio del 2006<Universidad nacional de Ingeniería> <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEVkpuZyZpizNrOBJk.php> [Mayo 2007]

[27] Aplicación de análisis evolvente de datos a la evolución de eficiencia en gastos administrativos para la industria de seguros generales en Colombia [en línea] Bogotá: Jorge Enrique Rojas Rodríguez, 26 de noviembre del 2005 <Universidad de los Andes> [http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/785/1/MI\\_IIND\\_2005\\_032.pdf](http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/785/1/MI_IIND_2005_032.pdf) [Junio 2007]

[28] Bank branch operating efficiency, Evaluation with Data Envelopment Analysis [en línea] Massachusetts: H. David Sherman, Octubre 1994<Massachusetts Institute of Technology, Cambridge> <http://home.ewha.ac.kr/~zih/class/FIpaper/Sherman85.pdf> [Junio 2007]

[29] Data envelopment analysis [en línea] J.E. Beasley; <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/or/dea.html> [mayo2007]

[30] Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software[en línea] Boston: William W Cooper, Lawrence M Seiford, Kaoru Tone: 2000 <Kluwer Academic><http://worldcat.org/wcpa/oclc/42475670> [Junio 2007]

[31] Data Envelopment Analysis en la clasificación de clientes para la banca empresarial [en línea] Bogotá: Mauricio López García, 16 Junio 2005 <Universidad de los Andes> [http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/460/1/mi\\_1286.pdf](http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/460/1/mi_1286.pdf) [Junio 2007]

[32] Data Envelopment Analysis and commercial bank performance: A primer with applications to Missouri Bank [en línea] Missouri: Piyu Yue, Enero-Febrero 1992 [http://research.stlouisfed.org/publications/review/92/01/Data\\_Jan\\_Feb1992.pdf](http://research.stlouisfed.org/publications/review/92/01/Data_Jan_Feb1992.pdf) [Junio 2007]

[33] Data Envelopment Analysis for Consultants [en línea] UK: Michael Trick, 1996, University of Leeds> <http://mat.gsia.cmu.edu/mstc/dea/dea.html> [Junio 2007]

[34] Data Envelopment Análisis: The Evolution of the State of the Art [en línea] Boston: Lawrence Seiford, 1996, University of Massachusetts <[www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)>

[35] Data Envelopment Analysis: History, Models and Analysis [en línea] Texas: William Cooper, Lawrence Seiford y Zhu Joe, University of Texas at Austin <[www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)>

[36] Determinación de eficiencia usando DEA en explotaciones lecheras de Argentina [en línea] Argentina: Amilcar Arzubi, Julio Berbel <http://www.uco.es/grupos/edr/aeaa/congreso/produccion/AArzubi.doc> [Junio 2007]

[37] Eficiencia de la gestión de los institutos públicos en la provincia de Alicante. [en línea] Alicante <[http://www.eumed.net/tesis/rfp/007245\\_2.pdf](http://www.eumed.net/tesis/rfp/007245_2.pdf) > [Mayo 2007]

[38] Eficiencia en la distribución: Una aplicación en el sector de agencias de viajes [en línea] Valencia: Ricardo Sellers, Juan Luís Nicolau, Francisco Más, 2002< Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas> <http://www.ivie.es/downloads/docs/02/wpec-17.pdf> [Junio 2007]

[39] Eficiencia y productividad del sector bancario colombiano: una aproximación con Data Envelopment Análisis [en línea] Bogotá: Lisandro Mendoza Arregocés, 15 de Julio 2005<Universidad de los Andes> <http://triton.uniandes.edu.co:5050/dspace/handle/1992/395> [Junio 2007]

[40] Estimación empírica de la eficiencia. [en línea]<Parte II><Cervantes Virtual> [http://descargas.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/91304842109460506300080/009941\\_4.pdf](http://descargas.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/91304842109460506300080/009941_4.pdf) [Mayo 2007]

[41] Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con data envelopment análisis [en línea].Colombia: María Peñaloza Ramos, 5/12/2003 <Dirección de estudios económicos> [http://dspace.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/584/1/mi\\_564.pdf](http://dspace.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/584/1/mi_564.pdf) > [Junio 2007]

[42] Fronteras de eficiencia para operadores de decisiones [en línea] Lima: Eduardo Raffo Lecca, Edgar Ruiz Lizama, julio/diciembre 2005 [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932005000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932005000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es) [Mayo 2007]

[43] Frontera de eficiencia: Metodología para el valor agregado de la investigación [en línea] Chile: Raúl Sanhueza, Octubre 2002<Universidad de Chile><http://www2.ing.puc.cl/power/research/sanhueza.pdf> [Mayo 2007]

[44] La Data Envelopment Analysis: una metodología per la valutazione dell'efficienza [en línea] Milán: Alessandra Roncalli, 2001< Università degli Studi di Milano Bicocca-. Thesis Type UNSPECIFIED, Economics <http://eprints.rclis.org/archive/00000299/> [Junio 2007]

[45] Measuring Routine Nursing Service Efficiency: A Comparison of Cost per Patient Day and Data Envelopment Analysis Models [en línea] Wisconsin: Thomas R. Nunamaker <The Center for Advanced Study in Health Care Fiscal Management, Organization, and Control><University of Wisconsin> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1068745&blobtype=pdf> [Junio 2007]

[46] Metodología de Evaluación de eficiencia relativa para cooperativas de aportes y créditos [en línea] Bogotá: Javier Fiallos, Febrero 2003<Universidad de los Andes> <http://empleados.uniandes.edu.co/dependencias/Departamentos/ingenieria-industrial/magister/memos/marzo2003/FIALMEE.pdf> [Junio 2007]

[47] Un análisis de la eficiencia de los puertos españoles [en línea] Valencia: María Bonilla, Trinidad Casaus, Amparo Medal, Ramón Sala< Universidad de Valencia> <http://www.uv.es/asepuma/VI/40.PDF> [Junio 2007]

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **ESQUEMA DE LOS CÁLCULOS A REALIZAR CON EL MODELO DE GRAVEDAD**

A continuación, presentamos un modelo ficticio de obtención de datos utilizando el modelo GLM

**CUADRO 1.**  
**DATOS DE ZONAS Y CENTROS**

Gastos por la i-ésima Zona (Dólares USA)	Atracción del Centro (Metros cuadrados)
1.900.000	24.000
3.500.000	80.000
4.100.000	400.000

Elaboración propia (datos ficticios)

Ahora asumimos los exponentes  $a = 1$  y  $b = 2$ , como prueba

La probabilidad de interacción entre cada par de zona y centro se calcula con la siguiente expresión:

$$A_i F_j^a D_{ij}^{-b} \quad (6)$$

Por lo tanto, primeramente ha de encontrarse la atracción ejercida sobre cada centro y luego obtener la atracción Total  $A_i = \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b}$ , ejercida sobre la i-ésima zona residencial (Notar que ahora ya no es necesario usarla como inversa en el algoritmo porque allí se usa la operación cociente).

Puede apreciarse allí que se calcula  $A_i = \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b}$  en la fase previa y que en el ejemplo de tres centros comerciales para cada zona residencial esta expresión significa una sumatoria sobre tres valores del índice j

$$\left(F_1^a D_{i1}^{-b}\right) + \left(F_2^a D_{i2}^{-b}\right) + \left(F_3^a D_{i3}^{-b}\right) \quad (7)$$

Esto lleva al cálculo y tabulación de la expresión  $F_j D_{ij}^{-2}$  que resulta de la adopción de los parámetros  $a = 1$  y  $b = 2$

**TABULACION DEL FACTOR  $A_i = F_i D_{ij}^{-2}$**

<b>j</b>				
<b>i</b>	<b>j = 1</b>	<b>j = 2</b>	<b>j = 3</b>	<b>A<sub>i</sub> = Σ<sub>j</sub> F<sub>j</sub> D<sub>ij</sub><sup>-2</sup></b>
<b>i = 1</b>	24.000 / 2 <sup>2</sup> = 6.000	8.000 / 8 <sup>2</sup> = 125	400.000 / 6 <sup>2</sup> = 11.111,11	17.236,11
<b>i = 2</b>	24.000 / 8 <sup>2</sup> = 375	80.000 / 3 <sup>2</sup> = 8.888,89	400.000 / 4 <sup>2</sup> = 25.000	34.263,89
<b>i = 3</b>	24.000 / 6 <sup>2</sup> = 666,67	80.000 / 4 <sup>2</sup> = 5.000	400.000 / 3 <sup>2</sup> = 44.444,44	50.111,11

Elaboración propia

Ahora se puede calcular la probabilidad de la interacción  $Pr_{ij}$  entre cada par de Zona y Centro para  $a = 1$  y  $b = -2$  como sigue:

$$Pr_{ij} = F_j D_{ij}^{-2} / A_i \quad (8)$$

**TABULACION DEL FACTOR  $Pr_{ij} = F_j D_{ij}^{-2} / A_i$**

<b>j</b>			
<b>i</b>	<b>j = 1</b>	<b>j = 2</b>	<b>j = 3</b>
<b>i = 1</b>	6.000 / 17.236,11 = 0,35	125 / 17.236,11 = 0,01	11.111,11 / 17.236,11 = 0,64
<b>i = 2</b>	375 / 34.263,89 = 0,01	8.888,89 / 34.263,89 = 0,26	25.000 / 34.263,89 = 0,73
<b>i = 3</b>	666,67 / 50.111,11 = 0,01	5.000 / 50.111,11 = 0,1	44.444,44 / 50.111,11 = 0,89

Elaboración propia

Ahora pueden calcularse los gastos de cada zona en cada centro  $S_{ij}$ :

**TABULACION DEL FACTOR  $S_{ij} = C_i Pr_{ij}$**

$S_{11} = C_1 Pr_{11} = 1.900.000 \times 0,35 = 665.000$
$S_{12} = C_1 Pr_{12} = 1.900.000 \times 0,01 = 19.000$
$S_{13} = C_1 Pr_{13} = 1.900.000 \times 0,64 = 1.216.000$
$S_{21} = C_2 Pr_{21} = 3.500.000 \times 0,01 = 35.000$
$S_{22} = C_2 Pr_{22} = 3.500.000 \times 0,26 = 910.000$
$S_{23} = C_2 Pr_{23} = 3.500.000 \times 0,73 = 2.555.000$
$S_{31} = C_3 Pr_{31} = 4.100.000 \times 0,01 = 41.000$
$S_{32} = C_3 Pr_{32} = 4.100.000 \times 0,10 = 410.000$
$S_{33} = C_3 Pr_{33} = 4.100.000 \times 0,89 = 3.649.000$

Pueden presentarse estos cálculos en forma tabular y totalizada:

**TABULACION DEL FACTOR  $S_{ij}$  EN FORMA TOTALIZADA**

<b>j</b>				
<b>i</b>	<b>j = 1</b>	<b>j = 2</b>	<b>j = 3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>i = 1</b>	665.000	19.000	1.216.000	1.900.000
<b>i = 2</b>	35.000	910.000	2.555.000	3.500.000
<b>i = 3</b>	41.000	410.000	3.649.000	4.100.000
<b>TOTAL</b>	741.000	1.339.000	7.420.000	9.500.000

FUENTE: Elaboración propia

Como se sabe que  $S_j = \sum_i S_{ij}$ , podemos ver que las ventas totales

$S_j$  de cada centro comercial que finalmente son:

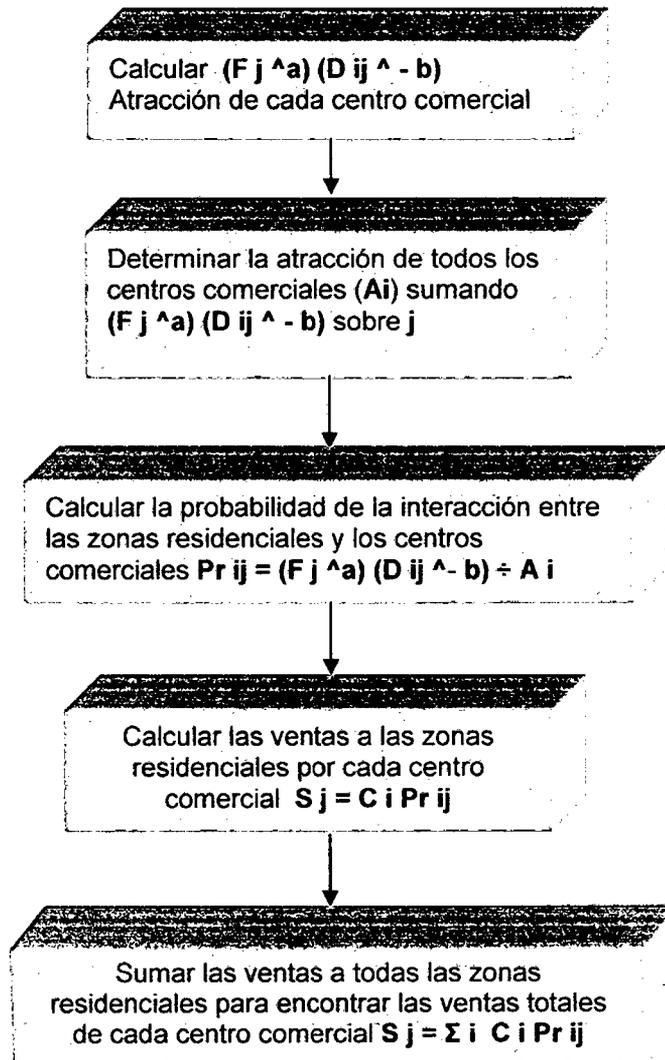
$$S_1 = S_{11} + S_{21} + S_{31} = 665.000 + 35.000 + 41.000 = 741.000$$

$$S_2 = S_{12} + S_{22} + S_{32} = 19.000 + 910.000 + 410.000 = 1.339.000$$

$$S_3 = S_{13} + S_{23} + S_{33} = 1.216.000 + 2.555.000 + 3.649.000 = 7.420.000$$

Ahora puede realizarse la corrida con arreglo al siguiente algoritmo:

### ALGORITMO DE CALCULOS PARA EL MODELO DE GRAVEDAD



Donde:

$A_i$  = Atracción del  $i$ -ésimo Centro Comercial con tienda ADIDAS

$F_j$  = Magnitud del  $j$ -ésimo Centro Comercial con tienda ADIDAS

$C_i$  = Gastos totales estimados de la  $i$ -ésima Zona

$S_j$  = Ventas totales estimadas del  $j$ -ésimo Centro Comercial

$Pr_{ij}$  = Probabilidad de interacción entre la  $i$ -ésima Zona y  $j$ -ésimo Centro

$S_{ij}$  = Gastos de la  $i$ -ésima Zona

$D_{ij}$  = Distancia entre el  $i$ -ésimo Centro Comercial con tienda ADIDAS y la  $j$ -ésima Zona residencial

## **ANEXO B**

### **EJEMPLO FICTICIO DE APLICACIÓN DEL MODELO DEA PARA 20 TIENDAS.**

Las Eficiencias calculadas para un ejemplo ficticio de 20 tiendas se dan a continuación:

Nº Tienda	Eficiencia
19	1.00
15	1.00
14	1.00
12	1.00
9	0.96
5	0.95
2	0.94
16	0.91
10	0.89
20	0.84
13	0.83
6	0.83
1	0.82
3	0.82
7	0.71
4	0.65
11	0.63
17	0.55
8	0.52
18	0.42

Debe tenerse en cuenta en la Modelación DEA que cada tienda adoptará los pesos que más le convengan y así pueden aparecer después de los cálculos como muy eficientes en apariencia. Esto debe analizarse con cuidado.

En la Tabla anterior se puede apreciar que las diferencias de eficiencia entre las tiendas son grandes. La Tienda 18 tiene apenas 0.42 y esto puede interpretarse diciendo que esta tienda puede cumplir sus tareas con solo el 42% de sus recursos disponibles. Por otro lado hay 12 tiendas con eficiencias por debajo de 0.9 lo que indica un grado no muy alto de discriminación.

Para resolver cada programa lineal se intenta que la eficiencia a hallar sea lo más alta posible y la búsqueda termina cuando la eficiencia de la unidad blanco o la eficiencia de una ó más de las otras unidades alcanza el límite de 1.

Por lo tanto para una unidad ineficiente habrá por lo menos otra que será eficiente con el mismo conjunto de pesos. Estas unidades eficientes se conocen como el Grupo Par de la unidad ineficiente como se indica en el cuadro siguiente:

Tienda 18	Input /Output	Tienda 12	Tienda 15	Tienda 19
4.0	- stocks	2.0	2.0	3.0
6.0	- sueldos	4.0	3.0	4.0
25.0	+ guías	45.0	20.0	45.0
38.0	+ facturas	40.0	50.0	67.0
20.0	+ pedidos	44.0	15.0	32.0

[Nota: (-) indica un Input y (+) un Output].

Se aprecia el contraste entre la tienda ineficiente N° 18 y las de su grupo par.

A veces es conveniente poner a la misma escala a los datos de las unidades par para mejorar la comparación.

En la siguiente tabla las unidades pares han sido escaladas en uno de los Inputs de tal manera que ningún par sobrepasa a la unidad ineficiente en ese Input. Se aprecia ahora como todos los Outputs del grupo par son mayores que los correspondientes de la tienda N° 18 (Esta comparación supone rendimientos constantes al cambio de escala).

Tienda 18	Input /Output	Tienda 12	Tienda 15	Tienda 19
4.0	escala	1.500	2.000	1.33
6.0	- stocks	3.0	4.0	4.0
25.0	+ guías	67.5	40.0	60.0
38.0	+ facturas	60.0	100.0	89.3
20.0	+ pedidos	66.0	30.0	42.7

En cada unidad ineficiente la solución calculada provee un conjunto de Inputs y Outputs blanco. Estos blancos corresponden ya sea a un decrecimiento proporcional en los Inputs o un incremento en los Outputs.

Para una unidad situada al extremo de la tabla este incremento puede ser insuficiente y necesitará emparejarse con un incremento en uno o más de los Outputs o inclusive disminuir aún más algunos Inputs como se aprecia en la siguiente tabla para la tienda 18:

Variable	Actual	Blanco
- stocks	4.0	1.7
- sueldos	6.0	2.5
+ guías	25.0	25.3
+ facturas	38.0	38.0
+ pedidos	20.0	20.0

Los blancos indicados reducen los Inputs desde su valor actual de 42% y también hay un ligero aumento en el Output de Guías. Ocasionalmente puede ocurrir que algunos Inputs u Outputs resultan incontrolables y por lo tanto sus blancos asociados carecen de significado.

Banker y Morey resuelven esta situación haciendo que algunos Inputs y Outputs se fijen exógenamente mientras que Thanassoulis y Dyson mostraron cómo un conjunto de diferentes blancos pueden obtenerse para cada unidad ineficiente.

La solución que el Modelo DEA aporta es una medida de la eficiencia **relativa** para cada unidad en el conjunto, un subconjunto de unidades pares por cada unidad ineficiente y un conjunto de blancos para cada unidad ineficiente.

La Figura siguiente muestra un conjunto de unidades P1, P2,...P6 donde cada una consume la misma cantidad de un recurso y producen diferentes cantidades como Outputs Y1, Y2,... Para una cantidad dada de recurso como Input, las unidades que producen mayor cantidad de Outputs serán las más eficientes.

Con la Metodología DEA se consigue identificar a las unidades P1, P2, P3 y P4 como eficientes y ellos conforman una envuelta que circunscribe a todos los demás datos P5 y P6 que son ineficientes.

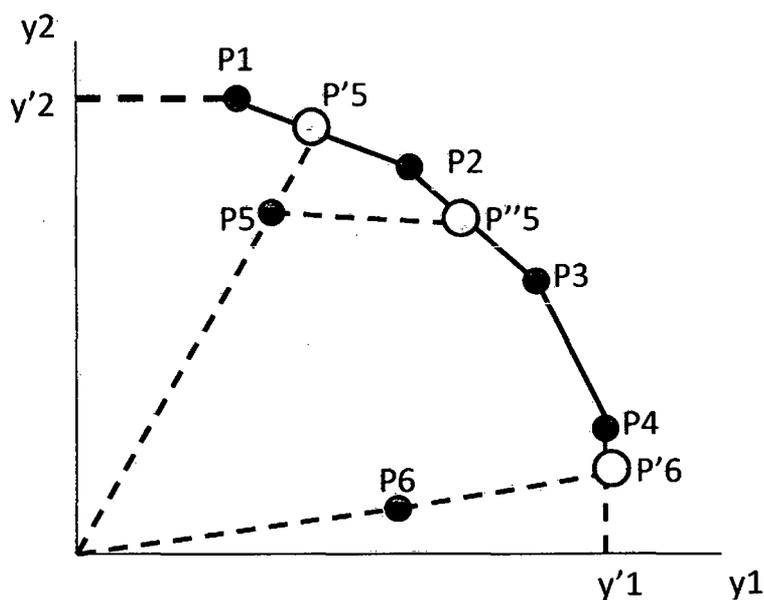
La envuelta ha sido extendida por generalización a los ejes formados por las líneas [P1, Y'2] y [P4, Y'1] hasta cerrar o **envolver** el conjunto total de datos.

La unidad P5 tiene el grupo par (P1, P2) y un conjunto de blancos en P5'. Estos blancos se obtienen por incremento proporcional de los Outputs de P5, se ve claramente que hay otros blancos posibles para P5.

Por ejemplo si el nivel de Output Y2 de P5 no se incrementa entonces se puede alcanzar el punto P5'' incrementando solo Y1.

Para la unidad P6 el incremento proporcional lleva al punto P6'. Sin embargo P6' está claramente dominado por P4 que produce la misma cantidad de Output Y1 pero mayor Y2. En este caso el incremento proporcional necesita ser

Suplementado por un incremento adicional de Y2 para conseguir el blanco.



Medida de la eficiencia técnica orientado en Outputs.

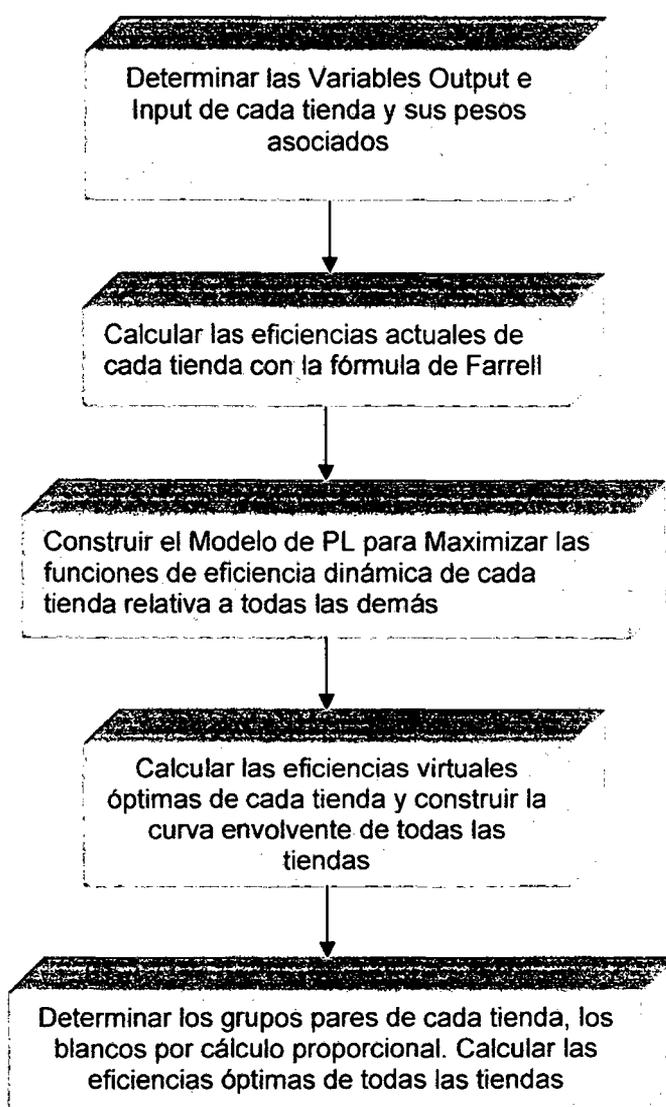
Volviendo a la unidad P5, su conjunto blanco puede obtenerse por una mezcla ponderada de las unidades de su grupo por P1 y P2. Esto quiere decir que P5 puede pensarse como una unidad compuesta virtual que da el blanco a conseguir por la unidad real ineficiente.

## **ANEXO C**

### **ESQUEMA EN BLOQUES DEL PROCESO DEA, APLICADO A LAS TIENDAS ADIDAS.**

Cada tienda deberá aportar los valores numéricos de las variables Input y Output correspondientes a los 6 últimos meses de operación conjunta así como sus apreciaciones sobre la importancia de cada una de estas variables en sus operaciones diarias de venta (Esto permitirá calcular los pesos).

Los pasos a seguir para realizar este proceso son los siguientes:



## **ANEXO D**

### **INFORMES DE RESPUESTAS, DE SENSIBILIDAD Y LÍMITES DE SOLVER DE LA EFICIENCIA PARA LAS 8 TIENDAS DE ADIDAS CHILE SUCURSAL DEL PERÚ**

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL JOCKEY PLAZA

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jockey Plaza (1)

Informe creado: 10/08/2010 04:01:25 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-0.57633302	-0.57633302
\$C\$5	Valores u2	0.682283107	0.682283107
\$D\$5	Valores u3	-0.321161518	-0.321161518
\$E\$5	Valores v1	0.110779451	0.110779451
\$F\$5	Valores v2	-0.063386035	-0.063386035
\$G\$5	Valores v3	0.001058323	0.001058323

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-3.27516E-15	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-1.0323E-11	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		-0.005500955	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	0.005500955
\$H\$11		-1.9984E-15	\$H\$11<=\$J\$11	Obligatorio	0
\$H\$12		-0.039309147	\$H\$12<=\$J\$12	Opcional	0.039309147
\$H\$13		-2.66454E-15	\$H\$13<=\$J\$13	Obligatorio	0
\$H\$14		-5.77913E-12	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.108739801	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.108739801

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jockey Plaza (1)

Informe creado: 10/08/2010 04:01:25 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.57633302	0	300.43	0	0
\$C\$5	Valores u2	0.682283107	0	269.43	0	0
\$D\$5	Valores u3	-0.321161518	0	30.14	0	4.96521739
\$E\$5	Valores v1	0.110779451	0	0	0	1E+30
\$F\$5	Valores v2	-0.063386035	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001058323	0	0	1E+30	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	0	0
\$H\$8		-3.27516E-15	1	0	0	4034342987
\$H\$9		-1.0323E-11	0	0	1E+30	0
\$H\$10		-0.005500955	0	0	1E+30	0.005500955
\$H\$11		-1.9984E-15	0	0	0	1E+30
\$H\$12		-0.039309147	0	0	1E+30	0.039309147
\$H\$13		-2.66454E-15	0	0	0	1.098663727
\$H\$14		-5.77913E-12	0	0	1E+30	0
\$H\$15		-0.108739801	0	0	1E+30	0.108739801

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 13/08/2010 12:18:48

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	-0.57633302	#N/A	#N/A	-0.57633302	1
\$C\$5	Valores u2	0.682283107	#N/A	#N/A	0.682283107	1
\$D\$5	Valores u3	0.321161518	#N/A	#N/A	0.321161518	1
\$E\$5	Valores v1	0.110779451	0.110779451	1	0.110779451	1
\$F\$5	Valores v2	0.063386035	0.063386035	1	0.063386035	1
\$G\$5	Valores v3	0.001058323	0.001058323	1	0.001058323	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DE LA AV. COMANDANTE ESPINAR

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx] Eficiencia Cmdte. Espinar (2)

Informe creado: 10/08/2010 04:07:34 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-0.981155677	-0.981155683
\$C\$5	Valores u2	1.16152627	1.161526277
\$D\$5	Valores u3	-0.546748903	-0.546748906
\$E\$5	Valores v1	0.188592158	0.188592159
\$F\$5	Valores v2	-0.107909084	-0.107909084
\$G\$5	Valores v3	0.001801701	0.001801701

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		1.38778E-14	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-3.15858E-14	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		-0.009364886	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	0.009364886
\$H\$11		1.57652E-14	\$H\$11<=\$J\$11	Obligatorio	0
\$H\$12		-0.066920325	\$H\$12<=\$J\$12	Opcional	0.066920325
\$H\$13		-2.44249E-15	\$H\$13<=\$J\$13	Obligatorio	0
\$H\$14		1.88738E-15	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.185119834	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.185119834

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx] Eficiencia Cmdte. Espinar (2)

Informe creado: 10/08/2010 04:07:34 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.981155683	0	164.75	0	0
\$C\$5	Valores u2	1.161526277	0	147.78	0	0
\$D\$5	Valores u3	-0.546748906	0	16.47	0	0
\$E\$5	Valores v1	0.188592159	0	0	0	0
\$F\$5	Valores v2	-0.107909084	0	0	0	0
\$G\$5	Valores v3	0.001801701	0	0	0	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	1E+30	0.999999974
\$H\$8		1.38778E-14	1	0	1E+30	1.017655658
\$H\$9		-3.15858E-14	0	0	2.010662123	1E+30
\$H\$10		-0.009364886	0	0	1E+30	0.009364886
\$H\$11		1.57652E-14	0	0	0.01646745	0.873504959
\$H\$12		-0.066920325	0	0	1E+30	0.066920325
\$H\$13		-2.44249E-15	0	0	28.61385416	1E+30
\$H\$14		1.88738E-15	0	0	0.009065204	1E+30
\$H\$15		-0.185119834	0	0	1E+30	0.185119834

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 10/08/2010 04:07:34

p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.981155683	#N/A	#N/A	0.981155683	1
\$C\$5	Valores u2	1.161526277	#N/A	#N/A	1.161526277	1
\$D\$5	Valores u3	0.546748906	#N/A	#N/A	0.546748906	1
\$E\$5	Valores v1	0.188592159	0.188592159	1	0.188592159	1
\$F\$5	Valores v2	0.107909084	0.107909084	1	0.107909084	1
\$G\$5	Valores v3	0.001801701	0.001801701	1	0.001801701	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL EL POLO

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia El Polo (3)

Informe creado: 10/08/2010 04:11:10 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.9943433	0.9943433

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-0.592647977	-0.592647977
\$C\$5	Valores u2	0.70159732	0.70159732
\$D\$5	Valores u3	-0.330253025	-0.330253025
\$E\$5	Valores v1	0.113915419	0.113915419
\$F\$5	Valores v2	-0.06518038	-0.06518038
\$G\$5	Valores v3	0.001088282	0.001088282

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-0.005656677	\$H\$8<=\$J\$8	Opcional	0.005656677
\$H\$9		2.71727E-14	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		1.01585E-14	\$H\$10<=\$J\$10	Obligatorio	0
\$H\$11		9.10383E-15	\$H\$11<=\$J\$11	Obligatorio	0
\$H\$12		-0.040421919	\$H\$12<=\$J\$12	Opcional	0.040421919
\$H\$13		6.10623E-15	\$H\$13<=\$J\$13	Obligatorio	0
\$H\$14		5.71765E-15	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.11181803	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.11181803

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia El Polo (3)

Informe creado: 10/08/2010 04:11:10 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coefficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.592647977	0	172.5	0.391760369	0
\$C\$5	Valores u2	0.70159732	0	155.25	0	0.33569098
\$D\$5	Valores u3	-0.330253025	0	17.25	0	0
\$E\$5	Valores v1	0.113915419	0	0	0	0
\$F\$5	Valores v2	-0.06518038	0	0	0	0
\$G\$5	Valores v3	0.001088282	0	0	113.6765873	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	0.994343323	1	1E+30	0.999999999
\$H\$8		-0.005656677	0	0	1E+30	0.005656677
\$H\$9		2.71727E-14	0	0	548026118.6	36027846.7
\$H\$10		1.01585E-14	0	0	1E+30	896263984.4
\$H\$11		9.10383E-15	0.571437968	0	0.009899022	0.709408195
\$H\$12		-0.040421919	0	0	1E+30	0.040421919
\$H\$13		6.10623E-15	0	0	1E+30	325706939.9
\$H\$14		5.71765E-15	1.027763161	0	0.005503872	1E+30
\$H\$15		-0.11181803	0	0	1E+30	0.11181803

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 10/08/2010

04:11:10 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	0.9943433

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.592647977	#N/A	#N/A	0.592647977	0.994343323
\$C\$5	Valores u2	0.70159732	#N/A	#N/A	0.70159732	0.994343323
\$D\$5	Valores u3	0.330253025	#N/A	#N/A	0.330253025	0.994343323
\$E\$5	Valores v1	0.113915419	0.113915419	0.994343323	0.113915419	0.994343323
\$F\$5	Valores v2	-0.06518038	-0.06518038	0.994343323	-0.06518038	0.994343323
\$G\$5	Valores v3	0.001088282	0.001088282	0.994343323	0.001088282	0.994343323

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL PLAZA SAN MIGUEL

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Miguel (4)

Informe creado: 10/08/2010 04:14:09 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-1.219681278	-1.219681278
\$C\$5	Valores u2	1.289123569	1.289123569
\$D\$5	Valores u3	0.666129234	0.666129234
\$E\$5	Valores v1	-0.193615565	-0.193615565
\$F\$5	Valores v2	0.142414329	0.142414329
\$G\$5	Valores v3	0.001348548	0.001348548

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-2.82274E-14	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-0.230423849	\$H\$9<=\$J\$9	Opcional	0.230423849
\$H\$10		-2.132518576	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	2.132518576
\$H\$11		-0.007009484	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	0.007009484
\$H\$12		-0.050088915	\$H\$12<=\$J\$12	Opcional	0.050088915
\$H\$13		-1.761128734	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	1.761128734
\$H\$14		-1.26565E-14	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.138559573	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.138559573

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Miguel (4)

Informe creado: 10/08/2010 04:14:09 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-1.219681278	0	140	0	139.9905138
\$C\$5	Valores u2	1.289123569	0	126	1E+30	0
\$D\$5	Valores u3	0.666129234	0	14	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	-0.193615565	0	0	0	0
\$F\$5	Valores v2	0.142414329	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001348548	0	0	0	135.0542012

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	0.257189978	1
\$H\$8		-2.82274E-14	1	0	0.012347613	0.597444089
\$H\$9		-0.230423849	0	0	1E+30	0.230423849
\$H\$10		-2.132518576	0	0	1E+30	2.132518576
\$H\$11		-0.007009484	0	0	1E+30	0.007009484
\$H\$12		-0.050088915	0	0	1E+30	0.050088915
\$H\$13		-1.761128734	0	0	1E+30	1.761128734
\$H\$14		-1.26565E-14	0	0	0.006781556	3.23230803
\$H\$15		-0.138559573	0	0	1E+30	0.138559573

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 10/08/2010 04:14:09

p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	1.219681278	#N/A	#N/A	1.219681278	1
\$C\$5	Valores u2	1.289123569	#N/A	#N/A	1.289123569	1
\$D\$5	Valores u3	0.666129234	#N/A	#N/A	0.666129234	1
\$E\$5	Valores v1	0.193615565	0.193615565	1	0.193615565	1
\$F\$5	Valores v2	0.142414329	0.142414329	1	0.142414329	1
\$G\$5	Valores v3	0.001348548	0.001348548	1	0.001348548	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL MEGA PLAZA

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Mega Plaza (5)

Informe creado: 10/08/2010 04:16:57 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.946880402	0.946880402

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-2.571578948	-2.571578948
\$C\$5	Valores u2	2.575785893	2.575785893
\$D\$5	Valores u3	2.609466874	2.609466874
\$E\$5	Valores v1	-0.143652397	-0.143652397
\$F\$5	Valores v2	0.109912536	0.109912536
\$G\$5	Valores v3	0.001430143	0.001430143

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-0.053119598	\$H\$8<=\$J\$8	Opcional	0.053119598
\$H\$9		-1.228797381	\$H\$9<=\$J\$9	Opcional	1.228797381
\$H\$10		-2.515730978	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	2.515730978
\$H\$11		-0.007433601	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	0.007433601
\$H\$12		-1.91513E-14	\$H\$12<=\$J\$12	Obligatorio	0
\$H\$13		-5.123590655	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	5.123590655
\$H\$14		-7.99361E-15	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.146943266	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.146943266

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Mega Plaza (5)

Informe creado: 10/08/2010 04:16:57 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-2.571578948	0	125	0	125
\$C\$5	Valores u2	2.575785893	0	112.5	1E+30	0
\$D\$5	Valores u3	2.609466874	0	12.5	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	-0.143652397	0	0	0	7.222222222
\$F\$5	Valores v2	0.109912536	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001430143	0	0	37.14285714	107.1428571

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	0.946880402	1	1.293283509	1
\$H\$8		-0.053119598	0	0	1E+30	0.053119598
\$H\$9		-1.228797381	0	0	1E+30	1.228797381
\$H\$10		-2.515730978	0	0	1E+30	2.515730978
\$H\$11		-0.007433601	0	0	1E+30	0.007433601
\$H\$12		-1.91513E-14	0.66301273	0	0.013053227	0.748748749
\$H\$13		-5.123590655	0	0	1E+30	5.123590655
\$H\$14		-7.99361E-15	0.357535754	0	0.007211465	3.282565793
\$H\$15		-0.146943266	0	0	1E+30	0.146943266

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 10/08/2010 04:16:57

p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
		0.94688040
\$A\$2	Eficiencia	2

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		2.57157894			2.57157894	0.94688040
\$B\$5	Valores u1	8	#N/A	#N/A	8	2
		2.57578589			2.57578589	0.94688040
\$C\$5	Valores u2	3	#N/A	#N/A	3	2
		2.60946687			2.60946687	0.94688040
\$D\$5	Valores u3	4	#N/A	#N/A	4	2
		0.14365239	0.14365239	0.94688040	0.14365239	0.94688040
\$E\$5	Valores v1	7	7	2	7	2
		0.10991253	0.10991253	0.94688040	0.10991253	0.94688040
\$F\$5	Valores v2	6	6	2	6	2
		0.00143014	0.00143014	0.94688040	0.00143014	0.94688040
\$G\$5	Valores v3	3	3	2	3	2

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL SAN BORJA

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Borja (6)

Informe creado: 10/08/2010 04:19:16 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-0.811728723	-0.811728722
\$C\$5	Valores u2	0.96095274	0.960952738
\$D\$5	Valores u3	-0.452335749	-0.452335749
\$E\$5	Valores v1	0.156025873	0.156025873
\$F\$5	Valores v2	-0.089275234	-0.089275234
\$G\$5	Valores v3	0.001490581	0.001490581

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-1.55431E-15	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-7.91891E-10	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		1.18239E-14	\$H\$10<=\$J\$10	Obligatorio	0
\$H\$11		-0.007747749	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	0.007747749
\$H\$12		-6.65269E-10	\$H\$12<=\$J\$12	Obligatorio	0
\$H\$13		-0.055364456	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	0.055364456
\$H\$14		-3.66432E-10	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.153153153	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.153153153

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Borja (6)

Informe creado: 10/08/2010 04:19:16 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.811728722	0	75.91	0	0
\$C\$5	Valores u2	0.960952738	0	68.02	0	0
\$D\$5	Valores u3	-0.452335749	0	6.07	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	0.156025873	0	0	0	1E+30
\$F\$5	Valores v2	-0.089275234	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001490581	0	0	1E+30	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	0	1E+30
\$H\$8		-1.55431E-15	1	0	0	0
\$H\$9		-7.91891E-10	0	0	1E+30	0
\$H\$10		1.18239E-14	0	0	0	1E+30
\$H\$11		-0.007747749	0	0	1E+30	0.007747749
\$H\$12		-6.65269E-10	0	0	1E+30	0
\$H\$13		-0.055364456	0	0	1E+30	0.055364456
\$H\$14		-3.66432E-10	0	0	1E+30	0
\$H\$15		-0.153153153	0	0	1E+30	0.153153153

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 10/08/2010 04:19:17 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.811728722	#N/A	#N/A	0.811728722	1
\$C\$5	Valores u2	0.960952738	#N/A	#N/A	0.960952738	1
\$D\$5	Valores u3	0.452335749	#N/A	#N/A	0.452335749	1
\$E\$5	Valores v1	0.156025873	0.156025873	1	0.156025873	1
\$F\$5	Valores v2	0.089275234	0.089275234	1	0.089275234	1
\$G\$5	Valores v3	0.001490581	0.001490581	1	0.001490581	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DE JESUS MARIA

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jesús María (7)

Informe creado: 10/08/2010 04:23:17 p.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-1.142370643	-1.142370643
\$C\$5	Valores u2	1.352378163	1.352378163
\$D\$5	Valores u3	-0.636585926	-0.636585926
\$E\$5	Valores v1	0.21957998	0.21957998
\$F\$5	Valores v2	-0.125639766	-0.125639766
\$G\$5	Valores v3	0.002097741	0.002097741

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-2.33147E-15	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-1.1153E-10	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		4.32987E-15	\$H\$10<=\$J\$10	Obligatorio	0
\$H\$11		-0.010903642	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	0.010903642
\$H\$12		7.66054E-15	\$H\$12<=\$J\$12	Obligatorio	0
\$H\$13		-0.07791609	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	0.07791609
\$H\$14		-6.78363E-11	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.215537114	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.215537114

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jesús María (7)

Informe creado: 10/08/2010 04:23:18 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-1.142370643	0	90	0	0
\$C\$5	Valores u2	1.352378163	0	81	0	0
\$D\$5	Valores u3	-0.636585926	0	9	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	0.21957998	0	0	0	13.77142858
\$F\$5	Valores v2	-0.125639766	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.002097741	0	0	123.9428572	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	0	0
\$H\$8		-2.33147E-15	1	0	0	1E+30
\$H\$9		-1.1153E-10	0	0	1E+30	0
\$H\$10		4.32987E-15	0	0	0	1E+30
\$H\$11		-0.010903642	0	0	1E+30	0.010903642
\$H\$12		7.66054E-15	0	0	0.018973125	0
\$H\$13		-0.07791609	0	0	1E+30	0.07791609
\$H\$14		-6.78363E-11	0	0	1E+30	0
\$H\$15		-0.215537114	0	0	1E+30	0.215537114

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 10/08/2010 04:23:18 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		-			-	
\$B\$5	Valores u1	1.142370643	#N/A	#N/A	1.142370643	1
\$C\$5	Valores u2	1.352378163	#N/A	#N/A	1.352378163	1
		-			-	
\$D\$5	Valores u3	0.636585926	#N/A	#N/A	0.636585926	1
\$E\$5	Valores v1	0.21957998	0.21957998	1	0.21957998	1
		-			-	
\$F\$5	Valores v2	0.125639766	0.125639766	1	0.125639766	1
\$G\$5	Valores v3	0.002097741	0.002097741	1	0.002097741	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL AVENTURA PLAZA

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Aventura Plaza (8)

Informe creado: 10/08/2010 04:26:01 p.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	-1.571354288	-1.571354288
\$C\$5	Valores u2	1.660681867	1.660681867
\$D\$5	Valores u3	0.921252233	0.921252233
\$E\$5	Valores v1	-0.139767114	-0.139767114
\$F\$5	Valores v2	0.221383204	0.221383204
\$G\$5	Valores v3	-0.013675214	-0.013675214

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		4.88498E-15	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-3.499530307	\$H\$9<=\$J\$9	Opcional	3.499530307
\$H\$10		-9.272847032	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	9.272847032
\$H\$11		-1.852136752	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	1.852136752
\$H\$12		-3.196581197	\$H\$12<=\$J\$12	Opcional	3.196581197
\$H\$13		-2.346153846	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	2.346153846
\$H\$14		-1.435050576	\$H\$14<=\$J\$14	Opcional	1.435050576
\$H\$15		-1.28786E-14	\$H\$15<=\$J\$15	Obligatorio	0

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Aventura Plaza (8)

Informe creado: 10/08/2010 04:26:01 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-1.571354288	0	65	0	65
\$C\$5	Valores u2	1.660681867	0	58.5	1E+30	0
\$D\$5	Valores u3	0.921252233	0	6.5	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	-0.139767114	0	0	0	0
\$F\$5	Valores v2	0.221383204	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	-0.013675214	0	0	0	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	3.101350575	1
\$H\$8		4.88498E-15	1	0	0.30998733	0.226434664
\$H\$9		-3.499530307	0	0	1E+30	3.499530307
\$H\$10		-9.272847032	0	0	1E+30	9.272847032
\$H\$11		-1.852136752	0	0	1E+30	1.852136752
\$H\$12		-3.196581197	0	0	1E+30	3.196581197
\$H\$13		-2.346153846	0	0	1E+30	2.346153846
\$H\$14		-1.435050576	0	0	1E+30	1.435050576
\$H\$15		-1.28786E-14	0	0	0.240537241	0.574020231

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 10/08/2010 04:26:02 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		-			-	
\$B\$5	Valores u1	1.571354288	#N/A	#N/A	1.571354288	1
\$C\$5	Valores u2	1.660681867	#N/A	#N/A	1.660681867	1
\$D\$5	Valores u3	0.921252233	#N/A	#N/A	0.921252233	1
		-			-	
\$E\$5	Valores v1	0.139767114	0.139767114	1	0.139767114	1
\$F\$5	Valores v2	0.221383204	0.221383204	1	0.221383204	1
		-			-	
\$G\$5	Valores v3	0.013675214	0.013675214	1	0.013675214	1

## **ANEXO E**

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA  
CON AUMENTO EN SUS OUTPUTS,  
INFORME DE RESPUESTAS,  
DE SENSIBILIDAD Y LIMITES DE LAS TIENDAS  
INEFICIENTES DE ADIDAS CHILE SUCURSAL DEL PERÚ.**

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL EL POLO,  
OPTIMIZADA**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]EFIC. EL POLO INPUTS DISMINUIDO

Informe creado: 27/09/2011 08:00:23 p.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	0	-0.678023945
\$C\$5	Valores u2	0	0.759801156
\$D\$5	Valores u3	0	0
\$E\$5	Valores v1	0	0.016236679
\$F\$5	Valores v2	0	0
\$G\$5	Valores v3	0	0.001094472

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-1.00147E-06	\$H\$8<=\$J\$8	Opcional	1.00147E-06
\$H\$9		-3.46945E-15	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		-0.59223582	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	0.59223582
\$H\$11		-3.69427E-14	\$H\$11<=\$J\$11	Obligatorio	0
\$H\$12		3.33067E-16	\$H\$12<=\$J\$12	Obligatorio	0
\$H\$13		-0.521381706	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	0.521381706
\$H\$14		-4.44089E-15	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.112454034	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.112454034

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad

Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]EFIC. EL POLO INPUTS DISMINUIDO

Informe creado: 27/09/2011 08:00:23 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.678023945	0	172.5	0	0
\$C\$5	Valores u2	0.759801156	0	155.25	0	0
\$D\$5	Valores u3	0	0	17.25	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	0.016236679	0	0	0	9.184467419
\$F\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001094472	0	0	59.10374867	98.31790123

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	0.999998999	1	1E+30	1
\$H\$8		-1.00147E-06	0	0	1E+30	1.00147E-06
\$H\$9		-3.46945E-15	0	0	1.144989252	3.34175E+13
\$H\$10		-0.59223582	0	0	1E+30	0.59223582
\$H\$11		-3.69427E-14	0	0	1E+30	0
\$H\$12		3.33067E-16	0.861880839	0	0	0.320823651
\$H\$13		-0.521381706	0	0	1E+30	0.521381706
\$H\$14		-4.44089E-15	0.719609946	0	1.39169E-06	0
\$H\$15		-0.112454034	0	0	1E+30	0.112454034

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites  
 Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]Informe de límites 1

Informe creado: 27/09/2011 08:00:24 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	-0.678023945	#N/A	#N/A	0.678023945	0.999998999
\$C\$5	Valores u2	0.759801156	#N/A	#N/A	0.759801156	0.999998999
\$D\$5	Valores u3	0	#N/A	#N/A	-2.66454E-17	0.999998999
\$E\$5	Valores v1	0.016236679	0.016236679	0.999998999	0.016236679	0.999998999
\$F\$5	Valores v2	0	0	0.999998999	0	0.999998999
\$G\$5	Valores v3	0.001094472	0.001094472	0.999998999	0.001094472	0.999998999

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL MEGA PLAZA,  
OPTIMIZADA**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas  
 Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]EFIC.  
 M. PLAZA INPUTS DISMINUID  
 Informe creado: 27/09/2011 08:02:43 p.m.

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	0	-0.935673981
\$C\$5	Valores u2	0	1.048526646
\$D\$5	Valores u3	0	0
\$E\$5	Valores v1	0	0.022406639
\$F\$5	Valores v2	0	0
\$G\$5	Valores v3	0	0.001510373

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$H\$7		1	\$H\$7=\$J\$7	Opcional	0
\$H\$8		-2.83662E-14	\$H\$8<=\$J\$8	Obligatorio	0
\$H\$9		-2.60902E-15	\$H\$9<=\$J\$9	Obligatorio	0
\$H\$10		-0.81728625	\$H\$10<=\$J\$10	Opcional	0.81728625
\$H\$11		-1.38203E-06	\$H\$11<=\$J\$11	Opcional	1.38203E-06
\$H\$12		-2.49245E-14	\$H\$12<=\$J\$12	Obligatorio	0
\$H\$13		-0.719507475	\$H\$13<=\$J\$13	Opcional	0.719507475
\$H\$14		-7.66054E-15	\$H\$14<=\$J\$14	Obligatorio	0
\$H\$15		-0.155186722	\$H\$15<=\$J\$15	Opcional	0.155186722

**Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad**  
**Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]EFIC.**  
**M. PLAZA INPUTS DISMINUID**

Informe creado: 27/09/2011 08:02:43 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	-0.935673981	0	125	0	0
\$C\$5	Valores u2	1.048526646	0	112.5	0	0
\$D\$5	Valores u3	0	0	12.5	1E+30	0
\$E\$5	Valores v1	0.022406639	0	0	0	0
\$F\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$G\$5	Valores v3	0.001510373	0	0	0	107.1428571

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$H\$7		1	1	1	1E+30	1
\$H\$8		-2.83662E-14	1	0	0	0.37963263
\$H\$9		-2.60902E-15	0	0	1.58008675	3.88687E+13
\$H\$10		-0.81728625	0	0	1E+30	0.81728625
\$H\$11		-1.38203E-06	0	0	1E+30	1.38203E-06
\$H\$12		-2.49245E-14	0	0	1E+30	0
\$H\$13		-0.719507475	0	0	1E+30	0.719507475
\$H\$14		-7.66054E-15	0	0	1.92053E-06	0
\$H\$15		-0.155186722	0	0	1E+30	0.155186722

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites

Hoja de cálculo: [APLICACION METODO DEA EN TIENDAS ADIDAS.xls]Informe de límites 1

Informe creado: 27/09/2011 08:02:43 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	-0.935673981	#N/A	#N/A	-0.935673981	1
\$C\$5	Valores u2	1.048526646	#N/A	#N/A	1.048526646	1
\$D\$5	Valores u3	0	#N/A	#N/A	8.65635E-17	1
\$E\$5	Valores v1	0.022406639	0.022406639	1	0.022406639	1
\$F\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
\$G\$5	Valores v3	0.001510373	0.001510373	1	0.001510373	1

## **ANEXO F**

**DETERMINACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS 8 TIENDAS DE ADIDAS CHILE  
SUCURSAL DEL PERÚ EXPRESADOS EN SOLES.**

## ESQUEMA DE LOS CALCULOS A REALIZAR CON EL MODELO DE GRAVEDAD

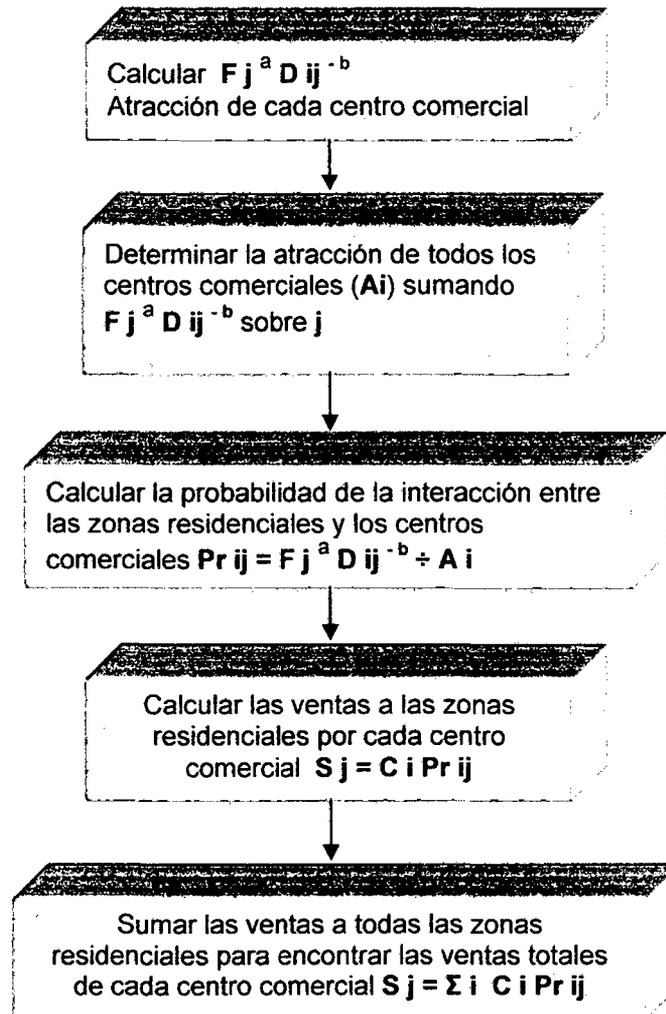
Para correr el Modelo de gravedad se necesitan tabular los datos de gastos totales estimados de las Zonas residenciales adyacentes en cada Centro comercial donde se halle una tienda del grupo y en cada periodo de negocios considerado. Según el Modelo, la atracción del Centro comercial sobre los clientes potenciales se estima como directamente proporcional al área de compras de la tienda medida en metros cuadrados e inversamente proporcional a la distancia entre los centros geográficos de la Zona y Centro en metros, afectado de un exponente adimensional que usualmente es 2:

Población y niveles socioeconómicos por distritos								
	Bellavista	Independencia	San Miguel	Jesús María	Miraflores	San Borja	Surco	Surco
<b>Población</b>	76364	209281	130123	66692	85735	105903	291876	291876
<b>Sector (A)</b>	2.90%	1%	18.60%	18.60%	35.20%	35.20%	35.20%	35.20%
<b>Sector (B)</b>	13.90%	16.40%	51.40%	51.40%	42.30%	42.30%	42.30%	42.30%
<b>Sector (C)</b>	40.90%	40.80%	24.90%	24.90%	15.80%	15.80%	15.80%	15.80%

Distancia desde zona de residencia por sector socioeconómico hasta las tiendas en Mts.								
Sector socio - económico	Cc. Aventura Plaza	Cc. Mega Plaza	San Miguel	Jesús María	Miraflores	San Borja	Cc. Jockey Plaza	Cc. El Polo
<b>Sector (A)</b>	760	1800	650	1160	2900	3100	3840	1700
<b>Sector (B)</b>	1220	800	940	550	1400	1420	5340	3780
<b>Sector (C)</b>	1770	2900	1380	830	1450	2100	7600	6180

Ingresos promedio por nivel socioeconómico (US\$)		
A	B	C
3598	853	415

## ALGORITMO DE CALCULOS PARA EL MODELO DE GRAVEDAD



Donde:

$A_i$  = Atracción del  $i$ -ésimo Centro Comercial o tienda ADIDAS

$F_j$  = Magnitud o Área del  $j$ -ésimo Centro Comercial o tienda ADIDAS

$C_i$  = Gastos totales estimados de la  $i$ -ésima Zona

$s_j$  = Ventas totales estimadas del  $j$ -ésimo Centro Comercial o tienda ADIDAS

$Pr_{ij}$  = Probabilidad de interacción entre la  $i$ -ésima Zona y  $j$ -ésimo Centro

$S_{ij}$  = Gastos de la  $i$ -ésima Zona en el  $j$ -ésimo centro o tienda ADIDAS

$D_{ij}$  = Distancia entre el  $i$ -ésimo Centro Comercial o tienda ADIDAS y la  $j$ -ésima Zona residencial

## MODELO DE GRAVEDAD DE LOWRY

### PARA LAS TIENDAS ADIDAS CHILE SUC. DEL PERU

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

**Donde:**

$A_i$  = Inversa de la suma de las atracciones ejercidas por el i-ésimo centro comercial sobre cada una de las zonas residenciales)

$F_j$  = La "atracción" total por tamaño ejercida por el j-ésimo centro comercial)

$D_{ij}$  = es la distancia entre la zona residencial i-ésimo al centro comercial j-ésimo

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

**Donde:**

$S_{ij}$  son los gastos de la zona residencial i-ésima en el centro comercial j-ésimo

$C_i$  son los gastos totales realizados por la zona residencial i-ésima

$b$  es un exponente o potencia de la distancia  $D_{ij}$

$b=2$

$a$  es un exponente o potencia de la atracción  $F_j$  del j-ésimo centro comercial.

$a=0.66$

## MODELO GLM - C. COMERCIAL JOCKEY PLAZA (1)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_1 = 5017.840431$$

$$F_1 = 200$$

$$D_{A1} = 3840$$

$$D_{B1} = 5340$$

$$D_{C1} = 7600$$

$$C_A = \text{S/}. 221795871.9$$

$$C_B = \text{S/}. 63188643.87$$

$$C_C = \text{S/}. 11482985.59$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_1 = S_{A1} + S_{B1} + S_{C1}$$

$$S_{A1} = \text{S/}. 2491653.54$$

$$S_{B1} = \text{S/}. 367073.611$$

$$S_{C1} = \text{S/}. 32932.468$$

$$S_1 = \text{S/}. 2891659.62$$

## MODELO GLM - CMDTE. ESPINAR MIRAFLORES (2)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_2 = 545.9559396$$

$$F_2 = 180$$

$$D_{A2} = 2900$$

$$D_{B2} = 1400$$

$$D_{C2} = 1450$$

$$C_A = \text{S/}. 65149820.7$$

$$C_B = \text{S/}. 18560890.2$$

$$C_C = \text{S/}. 3372986.37$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_2 = S_{A2} + S_{B2} + S_{C2}$$

$$S_{A2} = \text{S/}. 130243.086$$

$$S_{B2} = \text{S/}. 159213.606$$

$$S_{C2} = \text{S/}. 26972.1788$$

$$S_2 = \text{S/}. 316428.871$$

### MODELO GLM – C. COMERCIAL EL POLO (3)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_3 = 1363.97292$$

$$F_3 = 278$$

$$D_{A3} = 1700$$

$$D_{B3} = 3780$$

$$D_{C3} = 6180$$

$$C_A = \text{S/}. 221795872$$

$$C_B = \text{S/}. 63188643.9$$

$$C_C = \text{S/}. 11482985.6$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_3 = S_{A3} + S_{B3} + S_{C3}$$

$$S_{A3} = \text{S/}. 4294681.18$$

$$S_{B3} = \text{S/}. 247474.667$$

$$S_{C3} = \text{S/}. 16824.9268$$

$$S_3 = \text{S/}. 4558980.78$$

## MODELO GLM C. COMERCIAL PLAZA SAN MIGUEL (4)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_4 = 149.8960372$$

$$F_4 = 160$$

$$D_{A4} = 650$$

$$D_{B4} = 940$$

$$D_{C4} = 1380$$

$$C_A = \text{S/}. 52249173.03$$

$$C_B = \text{S/}. 34230833.02$$

$$C_C = \text{S/}. 8067756.123$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_4 = S_{A4} + S_{B4} + S_{C4}$$

$$S_{A4} = \text{S/}. 528155.793$$

$$S_{B4} = \text{S/}. 165451.649$$

$$S_{C4} = \text{S/}. 18092.7228$$

$$S_4 = \text{S/}. 711700.166$$

## MODELO GLM - C.COMERCIAL MEGA PLAZA (5)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_5 = 303.0762559$$

$$F_5 = 180$$

$$D_{A5} = 1800$$

$$D_{B5} = 800$$

$$D_{C5} = 2900$$

$$C_A = \text{Sl. } 3614366.58$$

$$C_B = \text{Sl. } 17566042.6$$

$$C_C = \text{Sl. } 21261275.4$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_5 = S_{A5} + S_{B5} + S_{C5}$$

$$S_{A5} = \text{Sl. } 10411.6355$$

$$S_{B5} = \text{Sl. } 256168.499$$

$$S_{C5} = \text{Sl. } 23595.2772$$

$$S_5 = \text{Sl. } 290175.412$$

## MODELO GLM - C.COMERCIAL SAN BORJA (6)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^1$$

$$A_6 = 729.5277248$$

$$F_6 = 300$$

$$D_{A6} = 3100$$

$$D_{B6} = 1420$$

$$D_{C6} = 2100$$

$$C_A = \text{S/}. 80475435.5$$

$$C_B = \text{S/}. 22927088.7$$

$$C_C = \text{S/}. 4166435.83$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_6 = S_{A6} + S_{B6} + S_{C6}$$

$$S_{A6} = \text{S/}. 263561.383$$

$$S_{B6} = \text{S/}. 357860.737$$

$$S_{C6} = \text{S/}. 29734.9996$$

$$S_6 = \text{S/}. 651157.12$$

## MODELO GLM – JESUS MARIA (7)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_7 = 109.6504309$$

$$F_7 = 180$$

$$D_{A7} = 1160$$

$$D_{B7} = 550$$

$$D_{C7} = 830$$

$$C_A = \text{Sl. } 26779292.3$$

$$C_B = \text{Sl. } 17544344.3$$

$$C_C = \text{Sl. } 4134970.69$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_7 = S_{A7} + S_{B7} + S_{C7}$$

$$S_{A7} = \text{Sl. } 67200.6251$$

$$S_{B7} = \text{Sl. } 195840.252$$

$$S_{C7} = \text{Sl. } 20267.7924$$

$$S_7 = \text{Sl. } 283308.669$$

## MODELO GLM – C. COMERCIAL AVENTURA PLAZA (8)

$$A_i = \left( \sum_j F_j^a D_{ij}^{-b} \right)^{-1}$$

$$A_8 = 221.5492734$$

$$F_8 = 180$$

$$D_{A8} = 760$$

$$D_{B8} = 1220$$

$$D_{C8} = 1770$$

$$C_A = \text{Sl. } 26779292.3$$

$$C_B = \text{Sl. } 17544344.3$$

$$C_C = \text{Sl. } 4134970.69$$

$$S_j = \sum_i S_{ij} = \sum_i (C_i A_i F_j^a D_{ij}^{-b})$$

$$S_8 = S_{A8} + S_{B8} + S_{C8}$$

$$S_{A8} = \text{Sl. } 4780783.49$$

$$S_{B8} = \text{Sl. } 5432550.23$$

$$S_{C8} = \text{Sl. } 7776986.12$$

$$S_8 = \text{Sl. } 98308.7211$$

## **ANEXO G**

**INFORMES DE RESPUESTAS, DE SENSIBILIDAD Y LÍMITES  
DE SOLVER DE LA EFICIENCIA ÓPTIMA  
PARA LAS 8 TIENDAS DE ADIDAS CHILE SUCURSAL DEL  
PERÚ, CON LOS OUTPUTS OBTENIDOS DE LA  
INFORMACIÓN DE LOCALIZACIÓN EXPRESADA EN SOLES.**

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL JOCKEY PLAZA CON DEA-GLM

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jockey Plaza- GLM

Informe creado: 11/08/2010 11:43:24 p.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.000345822	0.000345822
\$C\$5	Valores v1	-0.02457522	-0.02457522
\$D\$5	Valores v2	0	0
\$E\$5	Valores v3	0.011020929	0.011020929

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		4.44089E-16	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		-0.399825879	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	0.399825879
\$F\$15		-1.507415915	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	1.507415915
\$F\$11		-0.553878305	\$F\$11<=\$H\$11	Opcional	0.553878305
\$F\$12		-1.023285414	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	1.023285414
\$F\$13		-2.466713617	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	2.466713617
\$F\$14		-1.394288391	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	1.394288391
\$F\$10		-0.425572117	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	0.425572117

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jockey Plaza- GLM

Informe creado: 11/08/2010 11:43:24 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.000345822	0	2891.659615	1E+30	2891.659615
\$C\$5	Valores v1	-0.02457522	0	0	0	1E+30
\$D\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$E\$5	Valores v3	0.011020929	0	0	1E+30	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	0.61236573	0.358568398
\$F\$8		4.44089E-16	1	0	0.269930882	1E+30
\$F\$9		-0.399825879	0	0	1E+30	0.399825879
\$F\$15		-1.507415915	0	0	1E+30	1.507415915
\$F\$11		-0.553878305	0	0	1E+30	0.553878305
\$F\$12		-1.023285414	0	0	1E+30	1.023285414
\$F\$13		-2.466713617	0	0	1E+30	2.466713617
\$F\$14		-1.394288391	0	0	1E+30	1.394288391
\$F\$10		-0.425572117	0	0	1E+30	0.425572117

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 11/08/2010 11:43:24

p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		0.00034582			0.00034582	
\$B\$5	Valores u4	2	#N/A	#N/A	2	1
\$C\$5	Valores v1	-0.02457522	-0.02457522	1	-0.02457522	1
\$D\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
		0.01102092	0.01102092		0.01102092	
\$E\$5	Valores v3	9	9	1	9	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DE LA AVENIDA COMANDANTE ESPINAR CON DEA-GLM

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx] Eficiencia Cmdte. Espinar - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:20:34 a.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.003160268	0.003160268
\$C\$5	Valores v1	-0.331689373	-0.331689373
\$D\$5	Valores v2	0	0
\$E\$5	Valores v3	0.11611868	0.11611868

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		0	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$H\$9	<=	0	\$H\$9<=\$H\$9	Obligatorio	0
\$F\$10		-3.544411534	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	3.544411534
\$F\$11		-3.327602182	\$F\$11<=\$H\$11	Opcional	3.327602182
\$F\$12		-8.375202293	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	8.375202293
\$F\$13		-24.48553872	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	24.48553872
\$F\$14		-13.37224364	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	13.37224364
\$F\$15		-14.62027178	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	14.62027178

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx] Eficiencia Cmdte. Espinar - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:20:34 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.003160268	0	316.4288706	1E+30	316.4288706
\$C\$5	Valores v1	-0.331689373	0	0	0	1E+30
\$D\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$E\$5	Valores v3	0.11611868	0	0	1E+30	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	0.258950538	1E+30
\$F\$8		0	1	0	0.246009842	1E+30
\$H\$9	<=	0	0	0	1E+30	0
\$F\$10		-3.544411534	0	0	1E+30	3.544411534
\$F\$11		-3.327602182	0	0	1E+30	3.327602182
\$F\$12		-8.375202293	0	0	1E+30	8.375202293
\$F\$13		-24.48553872	0	0	1E+30	24.48553872
\$F\$14		-13.37224364	0	0	1E+30	13.37224364
\$F\$15		-14.62027178	0	0	1E+30	14.62027178

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 13/08/2010 07:40:12

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u4	0.003160268	#N/A	#N/A	0.003160268	1
\$C\$5	Valores v1	0.331689373	0.331689373	1	0.331689373	1
\$D\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
\$E\$5	Valores v3	0.11611868	0.11611868	1	0.11611868	1

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C.  
COMERCIAL EL POLO CON DEA-GLM**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia El Polo - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:34:20 a.m.

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.000219347	0.000219347
\$C\$5	Valores v1	-0.004751267	-0.004751267
\$D\$5	Valores v2	0	2.28795E-14
\$E\$5	Valores v3	0.004335449	0.004335449

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		0	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		0	\$F\$9<=\$H\$9	Obligatorio	0
\$F\$10		-0.425896927	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	0.425896927
\$F\$11		-0.35131263	\$F\$11<=\$H\$11	Opcional	0.35131263
\$F\$12		-0.550437232	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	0.550437232
\$F\$13		-1.039023396	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	1.039023396
\$F\$14		-0.623212441	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	0.623212441
\$F\$15		-0.673294209	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	0.673294209

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia El Polo - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:34:20 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.000219347	0	4558.980777	1E+30	4558.980777
\$C\$5	Valores v1	-0.004751267	0	0	0	0
\$D\$5	Valores v2	2.28795E-14	0	0	0	0
\$E\$5	Valores v3	0.004335449	0	0	1E+30	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	1E+30	0.027209885
\$F\$8		0	1	0	0.023334218	1E+30
\$F\$9		0	0	0	9498594752	0.01485687
\$F\$10		-0.425896927	0	0	1E+30	0.425896927
\$F\$11		-0.35131263	0	0	1E+30	0.35131263
\$F\$12		-0.550437232	0	0	1E+30	0.550437232
\$F\$13		-1.039023396	0	0	1E+30	1.039023396
\$F\$14		-0.623212441	0	0	1E+30	0.623212441
\$F\$15		-0.673294209	0	0	1E+30	0.673294209

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 12/08/2010 12:34:20

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u4	0.000219347	#N/A	#N/A	0.000219347	1
\$C\$5	Valores v1	0.004751267	0.004751267	1	0.004751267	1
\$D\$5	Valores v2	2.28795E-14	2.28795E-14	1	2.28795E-14	1
\$E\$5	Valores v3	0.004335449	0.004335449	1	0.004335449	1

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C.  
COMERCIAL PLAZA SAN MIGUEL CON DEA-GLM**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Miguel - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:36:56 a.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.31458837	0.31458837

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.000442024	0.000442024
\$C\$5	Valores v1	0.129763775	0.129763775
\$D\$5	Valores v2	-0.093940676	-0.093940676
\$E\$5	Valores v3	0.008981074	0.008981074

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-0.68541163	\$F\$8<=\$H\$8	Opcional	0.68541163
\$F\$9		4.44089E-16	\$F\$9<=\$H\$9	Obligatorio	0
\$F\$10		-1.11022E-15	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		-8.88178E-16	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-1.09817546	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	1.09817546
\$F\$13		-2.12781422	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	2.12781422
\$F\$14		-1.268419319	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	1.268419319
\$F\$15		-1.372488168	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	1.372488168

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Miguel - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:36:57 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.000442024	0	711.7001655	1E+30	711.7001655
\$C\$5	Valores v1	0.129763775	0	0	0.954322066	0.036142188
\$D\$5	Valores v2	-0.093940676	0	0	0.073836508	1.897033824
\$E\$5	Valores v3	0.008981074	0	0	0.555071695	15.87219348

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	0.31458837	1	1E+30	1
\$F\$8		-0.68541163	0	0	1E+30	0.68541163
\$F\$9		4.44089E-16	0.236901014	0	2.893240593	0.777170492
\$F\$10		-1.11022E-15	0.008263989	0	82.93956366	22.27888743
\$F\$11		-8.88178E-16	0.005274887	0	1.128187502	1E+30
\$F\$12		-1.09817546	0	0	1E+30	1.09817546
\$F\$13		-2.12781422	0	0	1E+30	2.12781422
\$F\$14		-1.268419319	0	0	1E+30	1.268419319
\$F\$15		-1.372488168	0	0	1E+30	1.372488168

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 12/08/2010

12:36:57 a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	0.31458837

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u4	0.000442024	#N/A	#N/A	0.000442024	0.31458837
\$C\$5	Valores v1	0.129763775	0.129763775	0.31458837	0.129763775	0.31458837
\$D\$5	Valores v2	0.093940676	0.093940676	0.31458837	0.093940676	0.31458837
\$E\$5	Valores v3	0.008981074	0.008981074	0.31458837	0.008981074	0.31458837

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C.  
COMERCIAL MEGA PLAZA CON DEA-GLM**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Mega Plaza- GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:41:36 a.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.104582722	0.104582722

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.000360412	0.000360412
\$C\$5	Valores v1	0.105805247	0.105805247
\$D\$5	Valores v2	-0.076596234	-0.076596234
\$E\$5	Valores v3	0.007322881	0.007322881

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-0.895417278	\$F\$8<=\$H\$8	Opcional	0.895417278
\$F\$9		-4.44089E-16	\$F\$9<=\$H\$9	Obligatorio	0
\$F\$10		6.66134E-16	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		0	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-0.558862803	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	0.558862803
\$F\$13		-1.734951914	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	1.734951914
\$F\$14		-1.034228696	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	1.034228696
\$F\$15		-1.119083119	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	1.119083119

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Mega Plaza- GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:41:36 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.000360412	0	290.175412	1E+30	290.175412
\$C\$5	Valores v1	0.105805247	0	0	0.125812461	0.008227254
\$D\$5	Valores v2	-0.076596234	0	0	0.012195664	0.230731964
\$E\$5	Valores v3	0.007322881	0	0	5.646668568	3.553443085

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	0.104582722	1	1E+30	1
\$F\$8		-0.895417278	0	0	1E+30	0.895417278
\$F\$9		-4.44089E-16	0.038611355	0	1.022207004	0.976842633
\$F\$10		6.66134E-16	0.001346908	0	29.30326743	28.00282216
\$F\$11		0	0.03906538	0	1.362179878	2.910931437
\$F\$12		-0.558862803	0	0	1E+30	0.558862803
\$F\$13		-1.734951914	0	0	1E+30	1.734951914
\$F\$14		-1.034228696	0	0	1E+30	1.034228696
\$F\$15		-1.119083119	0	0	1E+30	1.119083119

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 12/08/2010 12:41:36

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
		0.10458272
\$A\$2	Eficiencia	2

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		0.00036041			0.00036041	0.10458272
\$B\$5	Valores u4	2	#N/A	#N/A	2	2
		0.10580524	0.10580524	0.10458272	0.10580524	0.10458272
\$C\$5	Valores v1	7	7	2	7	2
		-	-		-	
		0.07659623	0.07659623	0.10458272	0.07659623	0.10458272
\$D\$5	Valores v2	4	4	2	4	2
		0.00732288	0.00732288	0.10458272	0.00732288	0.10458272
\$E\$5	Valores v3	1	1	2	1	2

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL SAN BORJA CON DEA-GLM

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Borja - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:52:27 a.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	1	1

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.001535728	0.001535728
\$C\$5	Valores v1	2.703116123	2.703116123
\$D\$5	Valores v2	-1.599924796	-1.599924796
\$E\$5	Valores v3	-0.021935744	-0.021935744

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		0	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		-6.510244494	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	6.510244494
\$F\$10		9.76996E-15	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		-8.88178E-16	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-7.283877338	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	7.283877338
\$F\$13		-6.218948177	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	6.218948177
\$F\$14		-1.681059686	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	1.681059686
\$F\$15		-1.358711365	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	1.358711365

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia San Borja - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:52:27 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.001535728	0	651.1571199	1E+30	651.1571199
\$C\$5	Valores v1	2.703116123	0	0	0	0
\$D\$5	Valores v2	-1.599924796	0	0	0	0
\$E\$5	Valores v3	-0.021935744	0	0	34.33622103	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	1E+30	1
\$F\$8		0	1	0	1E+30	0.880848648
\$F\$9		-6.510244494	0	0	1E+30	6.510244494
\$F\$10		9.76996E-15	0	0	3.387E+11	186.6270089
\$F\$11		-8.88178E-16	0	0	3.84690176	1E+30
\$F\$12		-7.283877338	0	0	1E+30	7.283877338
\$F\$13		-6.218948177	0	0	1E+30	6.218948177
\$F\$14		-1.681059686	0	0	1E+30	1.681059686
\$F\$15		-1.358711365	0	0	1E+30	1.358711365

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites 1

Informe creado: 12/08/2010 12:52:28 a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u4	0.001535728	#N/A	#N/A	0.001535728	1
\$C\$5	Valores v1	2.703116123	2.703116123	1	2.703116123	1
		-	-		-	
\$D\$5	Valores v2	1.599924796	1.599924796	1	1.599924796	1
		-	-		-	
\$E\$5	Valores v3	0.021935744	0.021935744	1	0.021935744	1

## INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DE JESUS MARIA CON DEA-GLM

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jesús María - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:57:53 a.m.

### Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.205602656	0.205602656

### Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u4	0.00072572	0.00072572
\$C\$5	Valores v1	1.277377767	1.277377767
\$D\$5	Valores v2	-0.756056444	-0.756056444
\$E\$5	Valores v3	-0.0103659	-0.0103659

### Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-0.794397344	\$F\$8<=\$H\$8	Opcional	0.794397344
\$F\$9		-3.07646479	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	3.07646479
\$F\$10		-4.21885E-15	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		-8.88178E-15	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-3.442050784	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	3.442050784
\$F\$13		-2.938810534	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	2.938810534
\$F\$14		-1.33227E-15	\$F\$14<=\$H\$14	Obligatorio	0
\$F\$15		-0.642069231	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	0.642069231

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Jesús María - GLM

Informe creado: 12/08/2010 12:57:54 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u4	0.00072572	0	283.3086694	1E+30	283.3086694
\$C\$5	Valores v1	1.277377767	0	0	0.41756086	0
\$D\$5	Valores v2	-0.756056444	0	0	0	0.707863614
\$E\$5	Valores v3	-0.0103659	0	0	6.885442624	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	0.205602656	1	1E+30	1
\$F\$8		-0.794397344	0	0	1E+30	0.794397344
\$F\$9		-3.07646479	0	0	1E+30	3.07646479
\$F\$10		-4.21885E-15	0	0	2.06665E+11	88.19199068
\$F\$11		-8.88178E-15	0.051315139	0	3.3277138	61.15056842
\$F\$12		-3.442050784	0	0	1E+30	3.442050784
\$F\$13		-2.938810534	0	0	1E+30	2.938810534
\$F\$14		-1.33227E-15	0.075809565	0	2.860145843	1.526794062
\$F\$15		-0.642069231	0	0	1E+30	0.642069231

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 12/08/2010 12:57:54

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
		0.20560265
\$A\$2	Eficiencia	6

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
						0.20560265
\$B\$5	Valores u4	0.00072572	#N/A	#N/A	0.00072572	6
		1.27737776	1.27737776	0.20560265	1.27737776	0.20560265
\$C\$5	Valores v1	7	7	6	7	6
		-	-		-	
		0.75605644	0.75605644	0.20560265	0.75605644	0.20560265
\$D\$5	Valores v2	4	4	6	4	6
				0.20560265		0.20560265
\$E\$5	Valores v3	-0.0103659	-0.0103659	6	-0.0103659	6

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C.  
COMERCIAL AVENTURA PLAZA CON DEA-GLM**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Aventura Plaza - GLM

Informe creado: 12/08/2010 01:01:24 a.m.

Celda objetivo (Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.1000	0.1000

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	0.001017249	0.001017249
\$C\$5	Valores v1	1.790514527	1.790514526
\$D\$5	Valores v2	-1.059772669	-1.059772669
\$E\$5	Valores v3	-0.014529997	-0.014529997

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-0.899995533	\$F\$8<=\$H\$8	Opcional	0.899995533
\$F\$9		-4.312314679	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	4.312314679
\$F\$10		1.90958E-14	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		-2.66454E-15	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-4.824760605	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	4.824760605
\$F\$13		-4.119363187	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	4.119363187
\$F\$14		-1.77636E-15	\$F\$14<=\$H\$14	Obligatorio	0
\$F\$15		-1.113515532	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	1.113515532

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE SENSIBILIDAD

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Eficiencia Aventura Plaza - GLM

Informe creado: 12/08/2010 01:01:24 a.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	0.001017249	0	98.30872107	0	98.30872107
\$C\$5	Valores v1	1.790514526	0	0	0.086277845	0
\$D\$5	Valores v2	-1.059772669	0	0	0	0.146117054
\$E\$5	Valores v3	-0.014529997	0	0	3.320817477	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	0.100004467	1	1E+30	1
\$F\$8		-0.899995533	0	0	1E+30	0.899995533
\$F\$9		-4.312314679	0	0	1E+30	4.312314679
\$F\$10		1.90958E-14	0	0	2.07241E+11	123.6196874
\$F\$11		-2.66454E-15	0.01497571	0	4.120451758	1E+30
\$F\$12		-4.824760605	0	0	1E+30	4.824760605
\$F\$13		-4.119363187	0	0	1E+30	4.119363187
\$F\$14		-1.77636E-15	0.046125188	0	19.51201861	1.502754196
\$F\$15		-1.113515532	0	0	1E+30	1.113515532

Microsoft Excel 12.0

INFORME DE LÍMITES

Hoja de cálculo: [ADIDAS - GLM-Pearson.xlsx]Informe de límites

1

Informe creado: 12/08/2010 01:01:24

a.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	0.1000

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
		0.00101724			0.00101724	0.10000446
\$B\$5	Valores u1	9	#N/A	#N/A	9	7
		1.79051452	1.79051452	0.10000446	1.79051452	0.10000446
\$C\$5	Valores v1	6	6	7	6	7
		-	-	-	-	-
		1.05977266	1.05977266	0.10000446	1.05977266	0.10000446
\$D\$5	Valores v2	9	9	7	9	7
		-	-	-	-	-
		0.01452999	0.01452999	0.10000446	0.01452999	0.10000446
\$E\$5	Valores v3	7	7	7	7	7

## **ANEXO H**

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA CON AUMENTO EN  
OUTPUTS, INFORME DE RESPUESTAS, DE SENSIBILIDAD Y  
LIMITES DE LAS TIENDAS INEFICIENTES DE ADIDAS CHILE  
SUCURSAL DEL PERÚ APLICANDO DEA-GLM.**

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL PLAZA SAN MIGUEL  
CON DEA-GLM, OPTIMIZADA**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]

San Miguel -GLM Efic. optima

Informe creado: 27/09/2011 08:10:46 p.m.

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
	Valores		
\$B\$5	u1	0	0.001405086
	Valores		
\$C\$5	v1	0	0.214402134
	Valores		
\$D\$5	v2	0	0
	Valores		
\$E\$5	v3	0	-0.010274862

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$14		-0.103302876	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	0.103302876
\$F\$13		-1.362662827	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	1.362662827
\$F\$12		-0.183651971	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	0.183651971
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$15		-0.06285308	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	0.06285308
\$F\$9		-4.387701414	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	4.387701414
\$F\$8		0	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$11		8.88178E-16	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$10		-10.57004303	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	10.57004303

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
San Miguel -GLM Efic. optima

Informe creado: 27/09/2011 08:10:46 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	0.001405086	0	711.7001655	1E+30	711.7001655
\$C\$5	Valores v1	0.214402134	0	0	0	0
\$D\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$E\$5	Valores v3	0.010274862	0	0	0	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$14		0.103302876	0	0	1E+30	0.103302876
\$F\$13		1.362662827	0	0	1E+30	1.362662827
\$F\$12		0.183651971	0	0	1E+30	0.183651971
\$F\$7		1	1	1	1E+30	1
\$F\$15		-0.06285308	0	0	1E+30	0.06285308
\$F\$9		4.387701414	0	0	1E+30	4.387701414
\$F\$8		0	1	0	3.759134806	0.754189179
\$F\$11		8.88178E-16	0	0	1.785609106	1E+30
\$F\$10		10.57004303	0	0	1E+30	10.57004303

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites  
 Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Informe de límites 2  
 Informe creado: 27/09/2011 08:10:47  
 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.001405086	#N/A	#N/A	0.001405086	1
\$C\$5	Valores v1	0.214402134	0.214402134	1	0.214402134	1
\$D\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
\$E\$5	Valores v3	0.010274862	0.010274862	1	0.010274862	1

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL MEGA PLAZA CON  
DEA-GLM, OPTIMIZADA**

**Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas**

**Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]Mega  
Plaza-GLM Efic. optima**

**Informe creado: 27/09/2011 08:16:39 p.m.**

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
<b>Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas</b>			
\$C\$5	Valores v1	0	1.011689548
\$D\$5	Valores v2	0	-0.73239855
\$E\$5	Valores v3	0	0.070019992

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		0	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		1.77636E-15	\$F\$9<=\$H\$9	Obligatorio	0
\$F\$10		-9.3614E-13	\$F\$10<=\$H\$10	Obligatorio	0
\$F\$11		-1.06581E-14	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-6.21725E-15	\$F\$12<=\$H\$12	Obligatorio	0
\$F\$13		-16.5892786	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	16.5892786
\$F\$14		-1.257625995	\$F\$14<=\$H\$14	Opcional	1.257625995
\$F\$15		-0.765183599	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	0.765183599

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Mega Plaza-GLM Efic. optima

Informe creado: 27/09/2011 08:16:39 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	0.003446191	0	290.175412	1E+30	290.175412
\$C\$5	Valores v1	1.011689548	0	0	0	0.008227254
\$D\$5	Valores v2	-0.73239855	0	0	0.012195664	0
\$E\$5	Valores v3	0.070019992	0	0	0	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	1E+30	1
\$F\$8		0	1	0	0	0.36064483
\$F\$9		1.77636E-15	0	0	0.064919355	0
\$F\$10		-9.3614E-13	0	0	1E+30	0
\$F\$11		-1.06581E-14	0	0	4.426735566	0
\$F\$12		-6.21725E-15	0	0	1E+30	0
\$F\$13		-16.5892786	0	0	1E+30	16.5892786
\$F\$14		-1.257625995	0	0	1E+30	1.257625995
\$F\$15		-0.765183599	0	0	1E+30	0.765183599

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites  
 Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Informe de límites 2  
 Informe creado: 27/09/2011 08:16:39  
 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.003446191	#N/A	#N/A	0.003446191	1
\$C\$5	Valores v1	1.011689548	1.011689548	1	1.011689548	1
\$D\$5	Valores v2	-0.73239855	-0.73239855	1	-0.73239855	1
\$E\$5	Valores v3	0.070019992	0.070019992	1	0.070019992	1

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DE JESUS MARIA CON DEA-GLM,  
OPTIMIZADA**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]

Jesus Maria-GLM Efic. Optima

Informe creado: 27/09/2011 08:22:12 p.m.

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
	Valores		
\$B\$5	u1	0	0.003529719
	Valores		
\$C\$5	v1	0	0.696941878
	Valores		
\$D\$5	v2	0	0
	Valores		
\$E\$5	v3	0	-0.050417151

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-3.9968E-15	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		13.85997589	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	13.85997589
\$F\$10		31.62452052	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	31.62452052
\$F\$11		1.77636E-15	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		3.544787027	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	3.544787027
\$F\$13		0.577747766	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	0.577747766
\$F\$14		3.55271E-15	\$F\$14<=\$H\$14	Obligatorio	0
\$F\$15		-9.99201E-16	\$F\$15<=\$H\$15	Obligatorio	0

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]

Jesus Maria-GLM Efic. Optima

Informe creado: 27/09/2011 08:22:12 p.m.

Celdas  
cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	0.003529719	0	283.3086694	1E+30	283.3086694
\$C\$5	Valores v1	0.696941878	0	0	0	0.76504918
\$D\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$E\$5	Valores v3	0.050417151	0	0	6.885442624	32.63137199

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	1E+30	1
\$F\$8		-3.9968E-15	0	0	1E+30	0
\$F\$9		13.85997589	0	0	1E+30	13.85997589
\$F\$10		31.62452052	0	0	1E+30	31.62452052
\$F\$11		1.77636E-15	0.051315139	0	0	1E+30
\$F\$12		3.544787027	0	0	1E+30	3.544787027
\$F\$13		0.577747766	0	0	1E+30	0.577747766
\$F\$14		3.55271E-15	0.075809565	0	0	7.373619982
\$F\$15		-9.99201E-16	0	0	1E+30	0

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites  
 Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Informe de límites 2  
 Informe creado: 27/09/2011 08:22:12  
 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Límite inferior	Celda objetivo	Límite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.003529719	#N/A	#N/A	0.003529719	1
\$C\$5	Valores v1	0.696941878	0.696941878	1	0.696941878	1
\$D\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
\$E\$5	Valores v3	0.050417151	0.050417151	1	0.050417151	1

**INFORME DE RESPUESTAS DE LA TIENDA ADIDAS DEL C. COMERCIAL AVENTURA PLAZA  
CON DEA-GLM, OPTIMIZADA**

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas

Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]

Aventura Plaza-GLM Efic. Optima

Informe creado: 27/09/2011 08:10:06 p.m.

**Celda objetivo (Máximo)**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$A\$2	Eficiencia	0.00	1.00

**Celdas cambiantes**

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$5	Valores u1	0	0.010172038
\$C\$5	Valores v1	0	2.008465516
\$D\$5	Valores v2	0	0
\$E\$5	Valores v3	0	-0.145293477

**Restricciones**

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$F\$7		1	\$F\$7=\$H\$7	Opcional	0
\$F\$8		-3.55271E-15	\$F\$8<=\$H\$8	Obligatorio	0
\$F\$9		-39.94204466	\$F\$9<=\$H\$9	Opcional	39.94204466
\$F\$10		-91.13637867	\$F\$10<=\$H\$10	Opcional	91.13637867
\$F\$11		0	\$F\$11<=\$H\$11	Obligatorio	0
\$F\$12		-10.2154609	\$F\$12<=\$H\$12	Opcional	10.2154609
\$F\$13		-1.664968776	\$F\$13<=\$H\$13	Opcional	1.664968776
\$F\$14		0	\$F\$14<=\$H\$14	Obligatorio	0
\$F\$15		-2.761691066	\$F\$15<=\$H\$15	Opcional	2.761691066

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad  
 Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Aventura Plaza-GLM Efic. Optima  
 Informe creado: 27/09/2011 08:10:06 p.m.

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$5	Valores u1	0.010172038	0	98.30872107	1E+30	98.30872107
\$C\$5	Valores v1	2.008465516	0	0	0	0.332081748
\$D\$5	Valores v2	0	0	0	1E+30	0
\$E\$5	Valores v3	-0.145293477	0	0	3.320817477	7.548771108

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$F\$7		1	1	1	1E+30	1
\$F\$8		-3.55271E-15	0	0	1E+30	0
\$F\$9		-39.94204466	0	0	1E+30	39.94204466
\$F\$10		-91.13637867	0	0	1E+30	91.13637867
\$F\$11		0	0.01497571	0	0	1E+30
\$F\$12		-10.2154609	0	0	1E+30	10.2154609
\$F\$13		-1.664968776	0	0	1E+30	1.664968776
\$F\$14		0	0.046125188	0	0	14.67411854
\$F\$15		-2.761691066	0	0	1E+30	2.761691066

Microsoft Excel 12.0 Informe de límites  
 Hoja de cálculo: [MODELADO OPTIMO DE LOCALIZACION Y EFICIENCIA CON DEA - GLM.xls]  
 Informe de límites 1  
 Informe creado: 27/09/2011 08:10:06  
 p.m.

Celda objetivo		
Celda	Nombre	Igual
\$A\$2	Eficiencia	1.00

Celdas cambiantes			Limite inferior	Celda objetivo	Limite superior	Celda objetivo
Celda	Nombre	Igual				
\$B\$5	Valores u1	0.010172038	#N/A	#N/A	0.010172038	1
\$C\$5	Valores v1	2.008465516	2.008465516	1	2.008465516	1
\$D\$5	Valores v2	0	0	1	0	1
\$E\$5	Valores v3	0.145293477	0.145293477	1	0.145293477	1