

LOCALIZACION OPTIMA DE CENTROS DE DISTRIBUCION MEDIANTE MACHINE LEARNING



SANTIAGO NÁJERA, un experto multifacético, es un economista, abogado y PhD en Administración de Empresas. Sus conocimientos abarcan maestrías en operaciones, finanzas, estadísticas, gestión de la calidad total, minería y logística.

Con más 20 años de experiencia en la gestión de empresas en diversos sectores, desde consumo masivo hasta finanzas, alimentos y petróleo, así como minería, Santiago aborda temas cruciales como la cadena de suministros, logística, riesgos, finanzas y estrategia. En la actualidad, comparte su vasto conocimiento como consultor, docente y director de tesis en diversas universidades.

- Alen South Lake University - USA
- Cesar Vallejo College - USA
- Keiser University – USA
- Global Humanistic University - Curazao
- EIG Business School - España
- Universidad Internacional de la Rioja - España
- Cientifica del Sur - Perú
- Pontificia Universidad Católica del Perú
- Universidad Cientifica del Sur – Perú
- Universidad Autónoma Gabriel René Moreno - Bolivia
- Universidad Pontificia Bolivariana
- Universidad San Francisco de Quito
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- Escuela Politécnica del Litoral
- Universidad Politécnica Salesiana
- Universidad Internacional del Ecuador
- Universidad Tecnológica Equinoccial
- Universidad de las Américas
- Universidad Central del Ecuador
- Universidad ECOTEC



LOCALIZACION OPTIMA DE CENTROS DE DISTRIBUCION



CENTRO DE DISTRIBUCIÓN (CD): Normalmente, un almacén de productos terminados diseñado para la distribución rápida según la demanda a minoristas (centros de distribución minorista), mayoristas o envíos directos a clientes (centros de cumplimiento de pedidos). Los almacenes de cross-docking son otro tipo de centro de distribución.

Véase: **cross-docking**.

Diccionario APICS 19^a Ed.

EL ENFOQUE TRADICIONAL

MÉTODO DEL CENTRO DE GRAVEDAD

Históricamente, hemos utilizado modelos físicos para minimizar la "distancia ponderada" entre la demanda y el suministro.

- ✓ **Objetivo:** Encontrar un punto (X, Y) que minimice costos de transporte.
- ✓ **Limitación:** Asume costos lineales y no considera barreras geográficas reales (ríos, montañas) ni complejidades de tráfico.
- ✓ **Uso:** Bueno para aproximaciones iniciales, insuficiente para precisión moderna.



LA SOLUCIÓN: MACHINE LEARNING



APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Utilizamos algoritmos que detectan patrones ocultos en los datos de demanda sin necesidad de etiquetas previas.



CLUSTERING

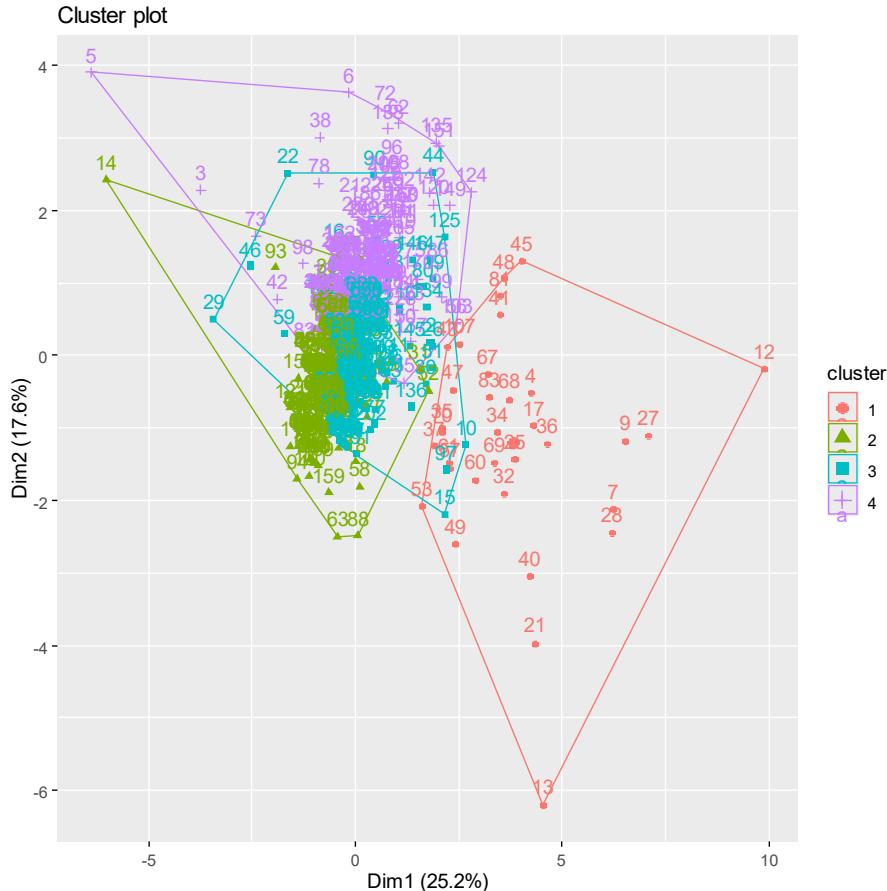
La técnica de agrupar puntos de datos (clientes/tiendas) para que los elementos de un grupo sean más similares entre sí que con otros grupos.



OBJETIVO

Determinar automáticamente las zonas de alta densidad de demanda para colocar CDs estratégicos.

ALGORITMO K-MEANS



¿CÓMO FUNCIONA?

Es un método de partición iterativo que divide los datos en **K** grupos distintos.

Inicialización: Selecciona **K** centroides aleatorios.

Asignación: Cada cliente se asigna al centroide más cercano.

Actualización: Se recalcula el centroide (promedio) de cada grupo.

Repetición: El proceso sigue hasta que los centroides se estabilizan.

EL MOTOR MATEMÁTICO: DISTANCIAS

EUCLIDIANA

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Línea recta. Ideal para planos simples, pero ignora la curvatura terrestre.

MANHATTAN

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Distancia "taxista". Útil para redes de calles tipo cuadrícula urbana.

REALIDAD GEOGRÁFICA: HAVERSINE

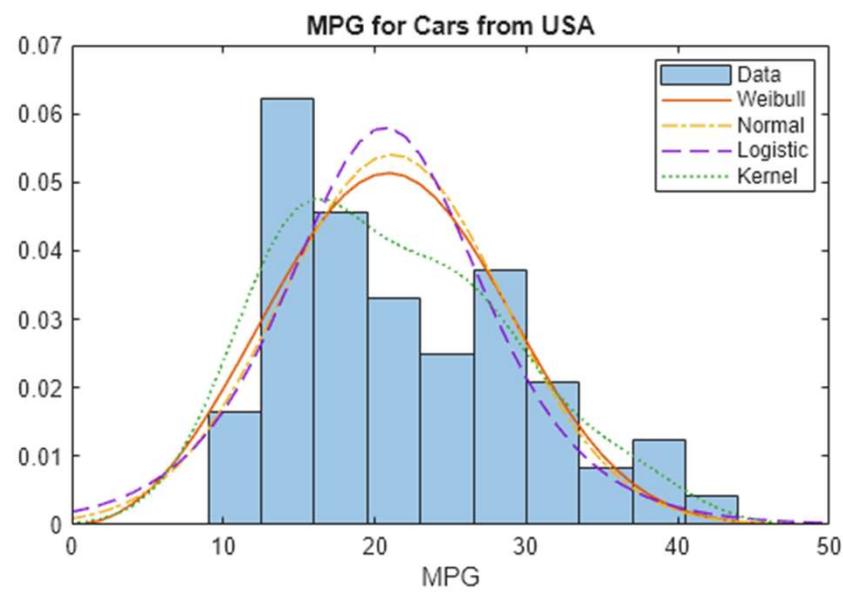
EL MUNDO NO ES PLANO

Para logística a gran escala, la distancia Euclidiana falla. Necesitamos la fórmula de **Haversine**.

Esta fórmula calcula la distancia del "gran círculo" entre dos puntos de una esfera, crucial para rutas aéreas o marítimas largas y localización precisa de CDs regionales.



PRE-PROCESAMIENTO DE DATOS



ESCALADO Y NORMALIZACIÓN

Los algoritmos de distancia como K-Means son sensibles a la escala.

Si mezclamos "Distancia en KM" (0-1000) con "Volumen de Venta" (0-1,000,000), el volumen dominará el cálculo.

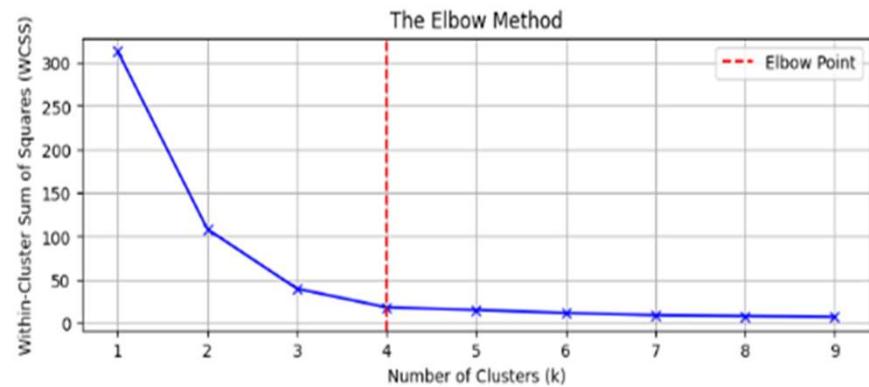
- ✓ **Solución:** Normalizar todas las variables a un rango [0,1] o estandarizarlas (Media 0, Desviación 1).
- ✓ **Resultado:** El algoritmo pondrá todas las variables equitativamente.

OPTIMIZACIÓN: EL MÉTODO DEL CODO

¿CUÁNTOS CENTROS NECESITAMOS?

K-Means requiere que definamos "K" (número de centros) de antemano. ¿Cómo sabemos el número óptimo?

Usamos el **Gráfico del Codo**: Calculamos la variación total intra-cluster para diferentes valores de K. El punto donde la curva se "dobla" (el codo) indica el equilibrio óptimo entre costo y cobertura.



RESUMEN DE OBJETIVOS



EFICIENCIA

Reducir costos logísticos mediante ubicaciones calculadas matemáticamente.



VELOCIDAD

Mejorar tiempos de entrega acercando el inventario a los centros de gravedad de la demanda.



TECNOLOGÍA

Implementar herramientas de Data Science para decisiones estratégicas replicables.