

**crediclub**

# CATEGORIZACIÓN DE MOVILIDAD MUNICIPAL

Matilde Simental Herrera

Trainee Datos. Programa Be Bold

**Julio 2025**

An abstract graphic composed of numerous thin, overlapping, wavy lines in a light gray color. These lines flow from the bottom left towards the top right, creating a sense of movement and depth. The lines vary in frequency and amplitude, forming a complex, organic pattern that fills the lower half of the page.

# Índice

<b>1. Descripción del proyecto</b>	<b>2</b>
<b>2. Metodología</b>	<b>2</b>
2.1. Selección de variables y Fuentes de información . . . . .	2
2.2. Manejo de bases de datos . . . . .	2
2.2.1. Tiempo de traslado al trabajo . . . . .	2
2.2.2. Localidad Urbana o Rural . . . . .	2
2.2.3. Frecuencia de Salidas de Transporte Público . . . . .	3
2.2.4. Vialidades pavimentadas . . . . .	3
2.3. Cálculo de calificación de movilidad a nivel municipal . . . . .	4
2.4. Asignación de movilidad al asesor . . . . .	6
<b>3. Anexos</b>	<b>8</b>

# 1. Descripción del proyecto

Clasificar la movilidad de los municipios en México con el objetivo de asignar una calificación de movilidad a los asesores de CrediClub, de manera que esta pueda incorporarse en las decisiones relacionadas con la asignación de grupos. Además, este análisis permite obtener una visión general sobre las condiciones de movilidad en los distintos municipios.

## 2. Metodología

A continuación se detalla la metodología implementada.

### 2.1. Selección de variables y Fuentes de información

Tras una revisión de las bases de datos disponibles en el INEGI, se seleccionaron cuatro variables para realizar el análisis de movilidad:

- Tiempo promedio de traslado al trabajo
- Frecuencia diaria de salida del principal medio de transporte público
- Localidad urbana o rural
- Vialidades pavimentadas

Todas estas variables fueron extraídas de distintas bases de datos del INEGI, las cuales se detallan en la Tabla [1](#).

### 2.2. Manejo de bases de datos

Este análisis de datos fue realizado utilizando Python. El código empleado se encuentran disponibles en la [carpeta](#) [1](#) bajo el nombre MovilidadAsesores. Todos los archivos utilizados y mencionados están en la [carpeta](#) [2](#). A continuación, se describen las características de cada uno de los archivos utilizados.

#### 2.2.1. Tiempo de traslado al trabajo

Dentro de la [carpeta](#) [2](#) se encuentra una subcarpeta denominada TiempoTraslado, la cual contiene 32 archivos, uno por cada estado de México, con nombres en el formato Personas0X. Cada archivo contiene registros a nivel individuo con información categórica sobre el tiempo de traslado, cuyos valores se describen en la Tabla [2](#).

Se agrupó la información a nivel municipio tomando como métrica la moda de las registros para asignarle un tiempo de traslado representativo al municipio.

#### 2.2.2. Localidad Urbana o Rural

Esta tabla se encuentra en una subcarpeta MunicipioUrbanoRural. Los registros de esta tabla se encuentran a nivel localidad, una división territorial más específica que el municipio. Los datos se encuentran en el campo AMBITO. Fue necesario agrupar la información a nivel municipal, utilizando como métrica la moda de la clasificación presentada en la Tabla [3](#). Para efectos del cálculo de una calificación general de movilidad, se asignó una codificación numérica a la variable: U = 0 y R = 1.

Variable	Fuente	Campo en tabla	Significado
Tiempo promedio de traslado al trabajo	INEGI. Censo de Población y Vivienda <a href="#">inegi/censo</a>	TIE_TRASLADO. Carpeta: TiempodeTraslado	Diccionario: <a href="#">Censo Dic.</a>
Frecuencia diaria de salida del principal medio de transporte público	Sistema de Consulta de Ia Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad (SCITEL) <a href="#">SCITEL</a>	C.FRECUENCIA. Carpeta: FrecuenciaSalidaTPub	Diccionario: <a href="#">SCITEL Dic.</a>
Localidad urbana o rural	Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades <a href="#">www.inegi/CVEGL</a>	AMBITO. Carpeta: MunicipioUrbanoRu- ral	U = Urbana, R = Rural
Vialidades pavimentadas	Sistema de Consulta de Ia Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad (SCITEL) <a href="#">SCITEL</a>	C.RECUB_COB. Carpeta: CallesPavimentadas	Diccionario: <a href="#">SCITEL Dic.</a>

Cuadro 1: Variables utilizadas en el análisis y su descripción

De esta tabla también se obtuvieron las coordenadas municipales que se utilizarán posteriormente. Dado que las coordenadas se encuentran a nivel localidad, se hizo un promedio de estas para obtener una coordenda representativa del municipio.

### 2.2.3. Frecuencia de Salidas de Transporte Público

Estos datos se encuentran dentro de la subcarpeta *FrecuenciaSalidaTPub*, la cual contiene 32 archivos correspondientes a los distintos estados de México. Los registros están a nivel individual y presentan valores categóricos (ver Tabla 4). Para obtener una representación municipal, se agruparon los datos por municipio y se asignó a cada uno la moda de los registros como valor representativo de la frecuencia de salida.

### 2.2.4. Vialidades pavimentadas

Estos datos se encuentran dentro de la subcarpeta *CallesPavimentadas*, la cual contiene 32 archivos correspondientes a los distintos estados de México, los mismos utilizados en la variable de Frecuencia de Salida de Transporte Público. Los registros están a nivel individual y los datos son categóricos (ver Tabla 5); por lo tanto, al agrupar la información por municipio, se utilizó la moda de los registros para asignar una categoría representativa del nivel de vialidad pavimentada.

El resultado de dicho procesamiento es una tabla que contiene los municipios de México, acompañados por su respectiva calificación en cada variable, el significado de dicha calificación y sus coordenadas geográficas (véase Fig.

Rango de tiempo de traslado	Código
Hasta 15 minutos	1
16 a 30 minutos	2
31 minutos a 1 hora	3
Más de 1 hora y hasta 2 horas	4
Más de 2 horas	5
No es posible determinarlo	6
No se traslada	7
No especificado	9

Cuadro 2: Codificación de tiempo promedio de traslado al trabajo

Registro	Significado
U	Urbana
R	Rural

Cuadro 3: Codificación de localidad urbana o rural

1). Es importante señalar que algunos municipios no cuentan con una o más calificaciones, ya sea porque sus registros correspondían a los códigos 6 o 9, o bien porque el municipio no se encontraba listado en las bases de datos. A continuación se detalla el análisis realizado para calcular la movilidad municipal.

ENTMUN	NOM_ENT	NOM_MUN	URB_RUR	Urb_Rur	POB_TOTAL	LAT_DECIMAL	LON_DECIMAL	TIE_TRASLADO TRAB	TIEMPO_TRASLADO	PAVIMENTO	HAY_PAVIMENTO
01001	AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	U	0	863893	21.838210	-102.280106	1.0	Hasta 15 minutos	4.0	En pocas calles
01002	AGUASCALIENTES	ASIENTOS	U	0	5248	22.139982	-102.042685	1.0	Hasta 15 minutos	4.0	En pocas calles
01003	AGUASCALIENTES	CALVILLO	U	0	21049	21.882562	-102.712907	1.0	Hasta 15 minutos	2.0	En la mayoría de las calles
01004	AGUASCALIENTES	COSIO	U	0	5870	22.358273	-102.281144	1.0	Hasta 15 minutos	2.0	En la mayoría de las calles
01010	AGUASCALIENTES	EL LLANO	U	0	6307	21.883788	-102.075165	1.0	Hasta 15 minutos	4.0	En pocas calles

Figura 1: Tabla Movilidad de Municipios en México.

## 2.3. Cálculo de calificación de movilidad a nivel municipal

Una vez obtenidas las calificaciones numéricas y descriptivas para cada una de las variables, se procedió al cálculo de una calificación general de movilidad para cada municipio.

Este cálculo se llevó a cabo mediante un esquema de ponderación, asignando distintos pesos a cada variable conformando un valor compuesto que representa el 100 % de la evaluación:

- Tiempo de traslado al trabajo  $\rightarrow 0,35$
- Localidad urbana o rural  $\rightarrow 0,15$
- Frecuencia de salida de transporte público  $\rightarrow 0,35$
- Vialidades pavimentadas  $\rightarrow 0,25$

Frecuencia de salida diaria del transporte público	Código
Ninguna, no sale diariamente	1
De 1 a 5 veces	2
De 6 a 14 veces	3
De 15 a 29 veces	4
30 o más veces	5
No especificado	9

Cuadro 4: Codificación de frecuencia de salida diaria del transporte público

Cobertura de vialidades pavimentadas	Código
En todas las calles	1
En la mayoría de las calles	2
En la mitad de las calles	3
En pocas calles	4
No hay recubrimiento en ninguna calle	5
No especificado	9

Cuadro 5: Codificación de cobertura de vialidades pavimentadas

En la mayoría de los campos, las categorías numéricas asignadas siguen una lógica en la que un valor más bajo representa una mejor condición. Sin embargo, en el caso del campo `C_FRECUENCIA`, esta lógica no se cumplía, ya que los valores más altos representaban mejores condiciones. Por ello, se invirtieron los valores de este campo, de manera que una calificación menor también indicara una mejor categoría.

El cálculo que se realizó para cada municipio es

$$\text{Movilidad} = \text{TIE\_TRASLADO\_TRAB} \times 0.35 + \text{U\_R} \times 0.15 + \text{C\_FRECUENCIA} \times 0.35 + \text{PAVIMENTO} \times 0.25$$

Dado que varios municipios únicamente cuentan con el registro de *Localidad urbana o rural* y una o dos variables adicionales, se estableció una condición especial: si un municipio tiene al menos dos variables registradas (siendo una de ellas la de *Urbano/Rural*), los pesos asignados a dichas variables se conservan, pero se normalizan dividiéndolos entre la suma total de los pesos disponibles. Por ejemplo, si un municipio sólo tiene información en las variables *Urbano/Rural* (peso 0.15) con valor 0 y *Vialidades pavimentadas* (peso 0.25) con valor 3, el cálculo se realiza como:

$$\text{Movilidad} = \frac{0 \times 0,15 + 3 \times 0,25}{0,25 + 0,15}$$

En caso de que un municipio cuente únicamente con una variable registrada, se clasifica como Información insuficiente.

Es importante mencionar que, en esta metodología, una menor calificación numérica se interpreta como una mejor condición de movilidad. Además, se estableció una categorización cualitativa de la movilidad con base en estos puntajes,

la cual se presenta en la Tabla 6

Calificación de movilidad	Categoría
0	Información insuficiente
1 – 2	Adecuada
2.01 – 2.75	Media alta
2.76 – 3.50	Media baja
3.51 – 5.00	Baja

Cuadro 6: Categorización de movilidad según calificación

## 2.4. Asignación de movilidad al asesor

El propósito de la asignación es ubicar al asesor en uno de los municipios y asignarle la movilidad de ese municipio anteriormente calculada.

Primeramente se extrajo la información de los asesores de CrediClub con fecha de corte al 27 de junio de 2025 de la tabla `datasets.ma.carteragrupalvigente` en el campo `AsesorActual`. Asimismo, se recuperaron las coordenadas correspondientes a las casas de los asesores, que se ubicaron en la tabla `lakehouse.silver.srrapmavaldom` en los campos `VALDOM_LatAsesor` y `VALDOM_LongAsesor`.

Para la asignación de un municipio al asesor, se tomaron las coordenadas de la casa de este y las coordenadas del municipio que se obtuvieron de la tabla `ClavesUR`. Se calculó la distancia de cada asesor a cada municipio por medio de la fórmula de Haversine (Ver imagen 2), la cual permite calcular la distancia entre dos puntos en la superficie de la Tierra considerando su curvatura. Esta fórmula requiere las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de los puntos de interés y devuelve la distancia en kilómetros.

Primero, se implementó una función que recibe dos coordenadas y devuelve la distancia entre ellas usando funciones trigonométricas. Posteriormente, para cada asesor, se calculó su distancia a todos los municipios. El municipio cuya distancia fuera mínima fue asignado al asesor.

```
def haversine(coord1, coord2):
    """
    Calcula la distancia entre dos puntos en la superficie de la Tierra usando la fórmula de Haversine.

    Parámetros:
    - coord1: (lat1, lon1) en grados decimales
    - coord2: (lat2, lon2) en grados decimales

    Retorna:
    - Distancia en kilómetros
    """
    # Radio de la Tierra en km
    R = 6371.0

    # Convertir coordenadas de grados a radianes
    lat1, lon1 = map(math.radians, coord1)
    lat2, lon2 = map(math.radians, coord2)

    # Diferencias
    dlat = lat2 - lat1
    dlon = lon2 - lon1

    # Fórmula de Haversine
    a = math.sin(dlat / 2)**2 + math.cos(lat1) * math.cos(lat2) * math.sin(dlon / 2)**2
    c = 2 * math.atan2(math.sqrt(a), math.sqrt(1 - a))

    # Distancia
    distancia = R * c
    return distancia
```

Figura 2: Función fórmula Haversine.

```
# Asignación del municipio más cercano a cada asesor
asignaciones = []

for idx, asesor in Asesores.iterrows():
    coord_asesor = (asesor['LatAsesor'], asesor['LongAsesor'])

    Movilidad['Distancia'] = Movilidad.apply(
        lambda row: haversine(coord_asesor, (row['LAT_DECIMAL'], row['LON_DECIMAL'])),
        axis=1
    )

    municipio_mas_cercano = Movilidad.loc[Movilidad['Distancia'].idxmin()].copy()
    municipio_mas_cercano['Asesor'] = asesor['Asesor']

    asignaciones.append(municipio_mas_cercano)

resultado_asignacion = pd.DataFrame(asignaciones)

# Reordenar columnas y añadir el nombre del asesor
resultado_asignacion = resultado_asignacion.merge(
    Asesores[['Asesor', 'NomAsesor', 'LatAsesor', 'LongAsesor']],
    on='Asesor',
    how='left'
)
```

Figura 3: Asignación de municipio.

ASESOR	NOMASESOR	LAT_ASESOR	LON_ASESOR	MOVILIDAD	MOV	NOM_MUN	NOM_ENT	LAT_MUN
17996	NORA GUADALUPE ARANDA GUERRERO	25.71718	-100.36754	2.1	Media alta	SAN NICOLAS D	NUEVO LEON	25.755253
18013	MARIA ISABEL GUZMAN VALLES	25.699547	-100.5032	2.95	Media baja	SANTA CATARIN	NUEVO LEON	25.61975113
18472	LEONOR ALEJANDRA TALAVERA VELAZQUEZ	25.493416	-103.37904	2.1	Media alta	TORREON	COAHUILA DE	25.5017691
18804	NORMA ALICIA MEDELLIN TERAN	23.77923	-99.163994	2.6	Media alta	VICTORIA	TAMAULIPAS	23.76277586
19507	SUSANA PEREZ SALCEDO	32.596046	-115.33588	2.1	Media alta	MEXICALI	BAJA CALIFOR	32.39621975
19516	JUANA GUADALUPE ZAMARRIPA	21.104027	-101.66248	2.1	Media alta	LEON	GUANAJUATO	21.09278391
19621	YOLANDA ELISA MOTA MAGALLANES	25.546307	-103.34816	2.1	Media alta	TORREON	COAHUILA DE	25.5017691
19735	DIEGO ISRAEL RODRIGUEZ MONTEERRUBIO	31.56446	-106.340904	3.3	Media baja	JUAREZ	CHIHUAHUA	31.50797211
19830	MIGUEL SILVERIO TORRES	26.07333	-98.34857	2.266666667	Media alta	REYNOSA	TAMAULIPAS	25.94854543
19849	SONIA MARGARITA LOPEZ COLLINS	32.52802	-116.94048	1.85	Alta	TIJUANA	BAJA CALIFOR	32.44072832
20156	ELENA CRISTINA GARCIA RIVERA	19.10827	-97.953255	1.1	Alta	ACAJETE	PUEBLA	19.10489646
20217	LUIS ENRIQUE MARTINEZ GAMEZ	18.369352	-97.298294	2.6	Media alta	ALTEPEXI	PUEBLA	18.37268793
20289	KARINA CORONA ZARATE	19.23225	-98.28992	0.85		TETLATLAHUCA	TLAXCALA	19.2420224
20308	IVONNE CABALLERO ATEMPA	19.208029	-98.2479	0	Informacion	SAN LORENZO	TLAXCALA	19.221922

Figura 4: Tabla final movilidad de asesores.

Este procedimiento fue automatizado mediante un ciclo (Ver imagen 3) que recorre todos los registros de asesores. Dentro del ciclo, se usa la función `apply()` para calcular todas las distancias entre un asesor y los municipios. Se selecciona el municipio con la menor distancia usando `idxmin()`, y se guarda como el municipio asignado al asesor.

Dado que cada municipio cuenta con una calificación de movilidad, esta fue asignada directamente al asesor correspondiente. El resultado es una tabla que contiene el nombre del asesor, sus coordenadas, el municipio y estado al que fue vinculado, así como la calificación de movilidad y las coordenadas del municipio asignado (Ver imagen 4).



### **3. Anexos**

Puedes acceder a todo el material mencionado en el siguiente SharePoint:

[CrediClub Sharepoint.](#)