

Implementación de Autómatas para encontrar rutas seguras de covid

Cruz-Ceballos, L.F.¹ , García-Duarte, L.O.¹ , Pabón-Mojica, J.S.¹
1. Universidad Industrial de Santander (UIS)

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la situación de emergencia sanitaria causada por le covid-19, viajar se a convertido en la actualidad en una práctica difícil de realizar. Por lo que saber cuales son las zonas urbanas donde se reportan más casos activos de covid previo a realizar un viaje es muy importante. Ya que gracias a esta información es posible realizar rutas que esquiven dichas zonas sin tener la necesidad de evitar realizar el viaje por el departamento.

En este orden de ideas seria genial poder combinar estas dos actividades de forma automática. 1) mantenerse actualizado sobre las zonas urbanas con gran cantidad de casos activos, 2) generar una recomendación de las rutas que esquivan dichas zonas dentro, pero permitiendo llegar al mismo destino sin cambiar el punto de inicio.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Crear un autómata que pueda generar rutas seguras para desplazarse entre los municipios del departamento de Santander, dicho autómata recibirá la información actualizada sobre los datos de covid reportados diariamente por el gobierno central. A su vez este autómata recibirá todas las posibles rutas que existen para desplazarse entre los municipios que el usuario quiere, usando la teoría de grafos. Con esta información el autómata se actualizará degradando la valoración del municipio con más casos activos, lo que generará que se excluyan aquellos caminos que pasen por estas zonas al realizar las validaciones de los caminos más seguros.

Permitiendo obtener como resultado una recomendación solo de los recorridos seguros y descartando todas las otras posibles soluciones, lo que le dará al usuario una base para poder tomar la decisión de como llegar al municipio deseado de forma segura.

INTRODUCCIÓN

Un autómata finito no determinista (abreviado, AFN) es un modelo matemático formado por:

- 1. Un conjunto de estados S.
- 2. Un conjunto de símbolos de entrada Σ (el alfabeto de símbolos de entrada).
- 3. Una función de transición mueve() (denotada por Δ) que transforma pares estado-símbolo en conjuntos de estados. ($\Delta: S \times \Sigma \rightarrow S$)
- 4. Un estado s_0 que se considera el estado de inicio (o estado inicial).
- 5. Un conjunto de estados F considerados como estados de aceptación (o estados finales).

Un AFN se puede representar diagramáticamente mediante un grafo dirigido etiquetado, llamado grafo de transiciones, en el que los nodos son los estados y las aristas etiquetadas representan la función de transición. Este grafo se parece a un diagrama de transiciones, pero el mismo carácter puede etiquetar dos o más transiciones fuera de un estado, y las aristas pueden etiquetarse con el símbolo especial ϵ y con símbolos de entrada.

Un AFN acepta una cadena de entrada x si, y sólo si, hay algún camino en el grafo de transiciones desde el estado de inicio a algún estado de aceptación, de forma que las etiquetas de las aristas a lo largo de dicho camino deletreen x. Se puede representar un camino mediante una secuencia de transiciones llamada movimientos.

PROCESO Y MÉTODOS

●**Diseño del automata** : Basados en la red vial proporcionada por el instituto nacional de vías Colombiano (INVIAS), unidos con los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) a nivel geográfico tanto departamental como municipal así como las áreas urbanas de cabeceras y centros poblados. Se logro crear el autómata finito no determinista lo más apegado a la realidad, los insumos anteriormente mencionados se ven de forma grafica en el mapa A de la figura 1 mientras que el AFN se encuentra en la figura 2. Este fue creado con la herramienta de JFLAP7.1.

El alfabeto para el AFN es: ['2', '3', '4', '5', '6', '7', 'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l', 'm', 'n', 'o', 'p', 'q', 'r', 's', 't', 'u', 'v', 'w', 'x', 'y', 'z']

Los estado para el AFN son: ['q2', 'q3', 'q4', 'q5', 'q6', 'q7', 'qa', 'qb', 'qc', 'qd', 'qe', 'qf', 'qg', 'qh', 'qi', 'qj', 'qk', 'ql', 'qm', 'qn', 'qo', 'qp', 'qq', 'qr', 'qs', 'qt', 'qu', 'qv', 'qw', 'qx', 'qy', 'qz']

● **Información adicional utilizada:** Dado que las condiciones de cantidad de casos activos presentes en los municipios del departamento varia con respecto al tiempo se realizó la correspondiente solicitud a la página web donde el gobierno central de Colombia reporta todos los días, información que se depura, dejando solo aquella que tiene relación con los casos activos del departamento de Santander. Esta información se complementa con la información reportada por el DANE en el ultimo censo realizado en el año 2018.

● **Herramientas implementadas:** Para el desarrollo del proyecto se utilizo el entorno interactivo Google Colab Notebook, con Python como lenguaje utilizado, junto con las librerías automata-lib,re, geopandas, matplotlib, pandas, numpy

RESULTADOS

Resultados obtenidas en la implementación del automata para resolver el problema planteado:

Como se puede observar en la figura 1. La distribución de los casos de covid (Tabla 1)esta ligada a los centros urbanos mas grandes donde se concentra la mayor cantidad de personas, esto al menos para la fecha en la extrajeron los datos, así mismo en la figura 1A se puede ver como las ciudades con mas casos son aquellas en las que más de dos vías nacionales se conectan, ya que hacen que dicho municipio sea un punto de paso obligatoria entre varios municipios cercanos. Al compara la figura 1A con la Figura 1B se puede evidenciar que la población de todo el departamento vive casi en su mayor parte en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta formando estos la zona urbana mas grande del departamento.

Gracias al uso de la teoría de grafos se logra obtener todos los posibles caminos que existen para desplazarse entre los municipios del departamento de Santander que están conectados por una vía nacional, generando un intercambio en ambos sentidos entre los municipios que están conectados. Dichos caminos son el dato de entrada que usa el autómata finito no determinista (Figura 2) que se creo con la finalidad de validar dichos caminos procesados como cadenas de texto. La clave para hacer que el autómata se adapte de forma constante de acuerdo con la cantidad de casos de covid en cada municipio se da gracias a que hace uso de los datos actualizados sobre los casos activos de covid para el departamento de Santander proporcionado por el gobierno central. Una vez procesados y depurados estos datos se obtiene el municipio con mas casos de covid en el departamento, permitiendo así modificar el carácter o elemento que sale del estado que representa ese municipio, y convirtiéndolo en '0' (cero). Este cambio generara una divergencia entre las cadenas de elementos que representan todos los posibles caminos con respecto a lo que el AFN puede leer dentro de su estructura. Excluyendo los caminos que tienen dicho municipio de alto número de casos de covid y dejando solo los caminos que pasan por municipios con bajos casos permitiendo al usuario llegar desde el municipio que esta hasta donde quiere ir de forma segura.

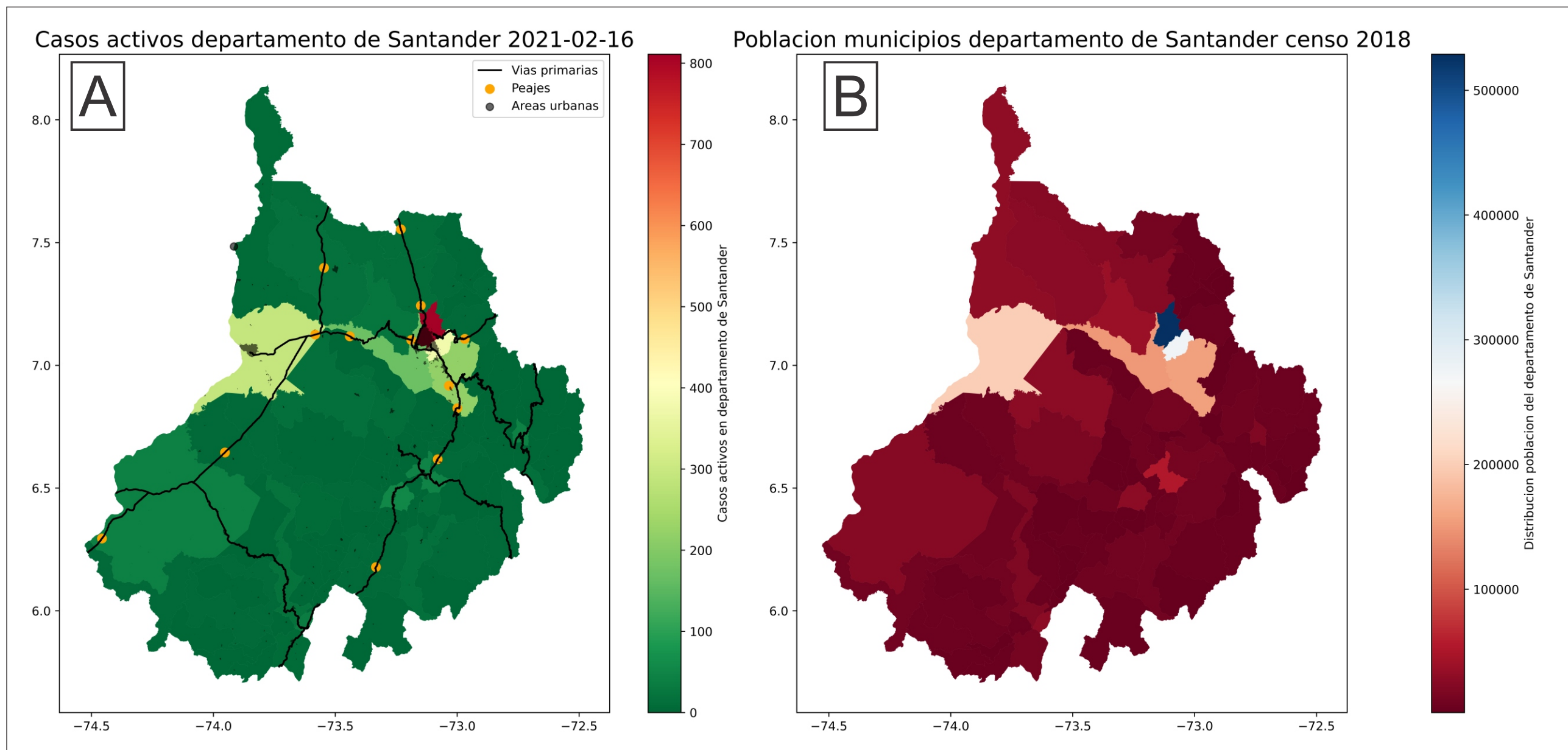


Fig. 1. Mapas del departamento de Santander en Colombia donde se puede visualizar la información: A) de los casos de covid activos reportados por el gobierno central y actualizados para el día que se ejecutó el programa, también están presentes las vías nacionales en relación con los centros urbanos donde se concentra la población, también está la ubicación de los peajes en las vías nacionales. B) En este mapa se ve la distribución de la población reportada por el DANE en el último censo realizado en el año 2018 para el departamento.

Tabla 1. Distribución de casos activos para la fecha 16/02/2021 reportados por el gobierno central colombiano, comparado con los datos del censo poblacional 2018

ID	DPTO_CNMBR	Nombre municipio	Poblacion_2018	Estado	Casos
86	SANTANDER	BUCARAMANGA	528855	Activo	811
82	SANTANDER	FLORIDABLANCA	275109	Activo	380
5	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	199564	Activo	294
85	SANTANDER	PIEDECUESTA	157425	Activo	221
81	SANTANDER	GIRO	150610	Activo	173
32	SANTANDER	SOCORRO	29997	Activo	57
24	SANTANDER	SAN GIL	54687	Activo	49
49	SANTANDER	MALAGA	19884	Activo	46
17	SANTANDER	CIMITARRA	25782	Activo	42
3	SANTANDER	BARBOSA	28769	Activo	36
46	SANTANDER	LEBRIJA	37214	Activo	25
38	SANTANDER	VELEZ	19376	Activo	21
21	SANTANDER	SABANA DE TORRES	27845	Activo	16
28	SANTANDER	SAN VICENTE DE CHUCURI	29427	Activo	14
9	SANTANDER	CAPITANEJO	5328	Activo	13
13	SANTANDER	CHARALA	11035	Activo	13
37	SANTANDER	VALLE DE SAN JOSE	5648	Activo	12
68	SANTANDER	EL PLAYON	12966	Activo	11
20	SANTANDER	RIONEGRO	25266	Activo	11
41	SANTANDER	ZAPATOCA	8997	Activo	10
62	SANTANDER	PUERTO WILCHES	31698	Activo	9
30	SANTANDER	SANTA HELENA DEL OPON	3166	Activo	8
60	SANTANDER	PUENTE NACIONAL	12586	Activo	7
55	SANTANDER	ONZAGA	3955	Activo	6
61	SANTANDER	PUERTO PARRA	6861	Activo	6
33	SANTANDER	SUAITA	8771	Activo	6
50	SANTANDER	MATANZA	4499	Activo	5
65	SANTANDER	CURITI	11653	Activo	5
31	SANTANDER	SIMACOTA	7842	Activo	5
83	SANTANDER	BOLIVAR	9567	Activo	5
34	SANTANDER	SUCRE	6044	Activo	5
36	SANTANDER	TONA	6680	Activo	5

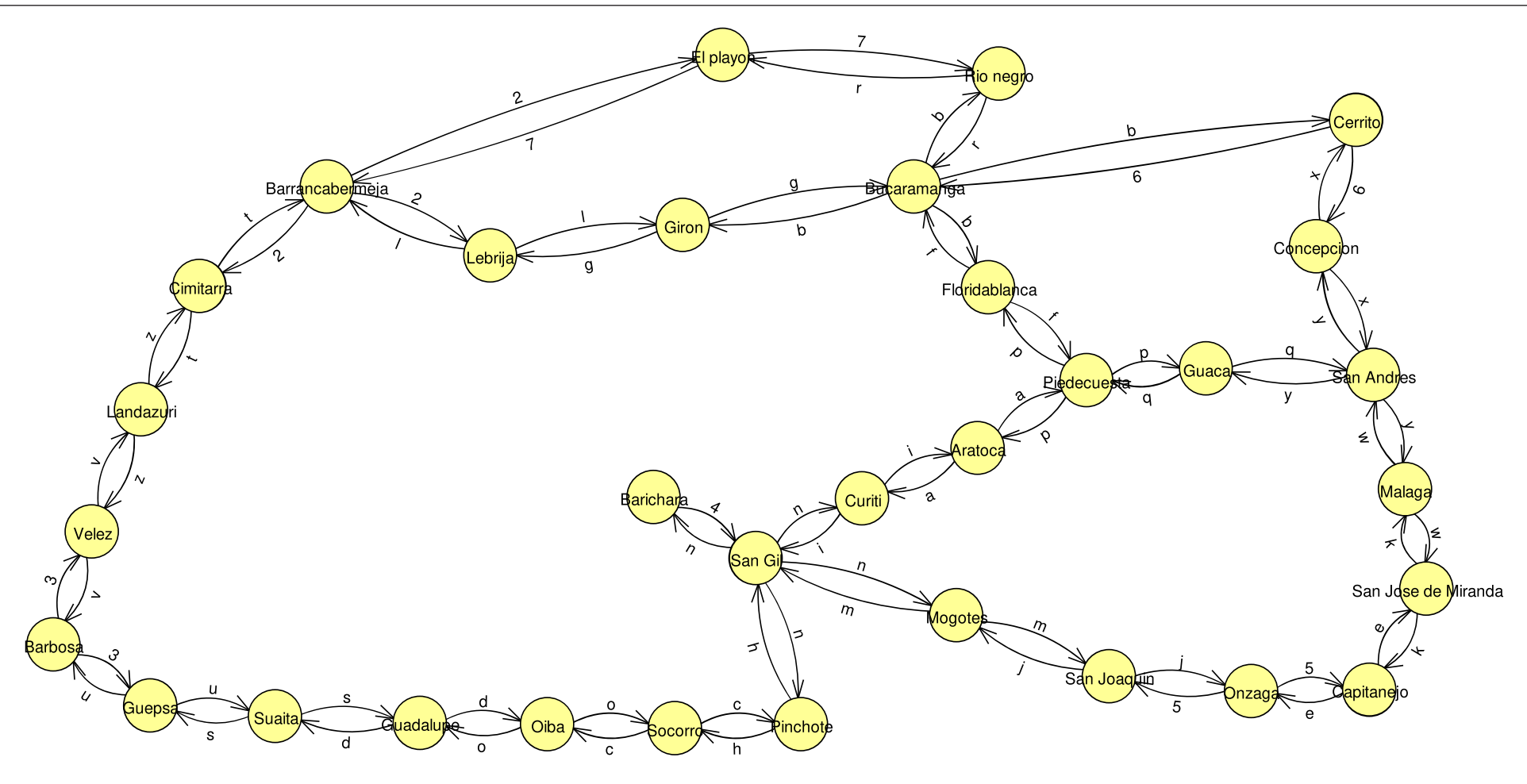


Fig. 2. Autómata Finito Determinista creado con la herramienta de JFLAP donde se ve la relación utilizada entre los municipios del departamento de Santander, Colombia que esta vinculados por las vías de ordena nacional, en este AFN no se especifica el estado inicial y el final ya que al ejecutar el programa creado el usuario decide cuales serán estos.Estas relaciones también fueron utilizadas para crear el grafo con el que generaron todos los posibles caminos.

CONCLUSIONES

Posibles caminos	Caminos seguros	
['r72tzv3usdochnmj5ekwyq', 'r72tzv3usdochnmj5ekwyx6bf', 'r72tzv3usdochnia', 'r72lgb6xyq', 'r72lgb6xywke5jmnia', 'rbgl2tzv3usdochnia', 'rbgl2tzv3usdochnia', 'rb6xyq', 'rb6xywke5jmnia', 'rbf']	Rio Negro-> El playon-> Barrancabermeja-> Cimitarra-> Lanzaduri-> Velez-> Barbosa-> Guepsa-> Suaita-> Guadalupe-> Oiba-> Socorro-> Pinchote-> San gil-> Mogotes-> San Joaquín-> Onzaga-> Capitanejo-> San Jose de Miranda-> Malaga-> San Andres-> Guaca-> Piedecuesta	'r72tzv3usdochnia' Rio Negro-> El playon-> Barrancabermeja-> Cimitarra-> Lanzaduri-> Velez-> Barbosa-> Guepsa-> Suaita-> Guadalupe-> Oiba-> Socorro-> Pinchote-> San gil-> Curiti-> Aratoca-> Piedecuesta

• Gracias al uso de un autómata finito no determinista (AFN) se logran validar los posibles caminos que hay para ir de un municipio a otro dentro del departamento de Santander usando las vías nacionales. Dicho autómata cambia adaptándose a la concentración de los casos activos en los diferentes municipios del departamento, excluyendo al municipio con mayor numero de casos activos. De tal forma que el AFN permite de forma automática generar rutas seguras al usuario dentro del departamento, al adaptarse a los cambios en los datos reportados por el gobierno central respecto a la crisis sanitaria.

• Esta interacción entre el uso de teoría de grafos para generar todos los posibles caminos para llegar de un municipio a otro y la validación actualizada de cuales de estos caminos son seguros demuestra el poder de resolución de problemas que puede llegar a tener estas tecnologías en problemas de la vida real.

• Las expresiones regulares que hacen parte del conjunto de autómatas son de gran utilidad para simplificar tareas repetitivas como puede ser la extracción de datos para devolver las cadenas de elementos validadas a nombres de municipios que el usuario reconoce y puede usar.

Código utilizado en este trabajo



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <https://www.datos.gov.co/dataset/Red-Vial/2xu6-iahy>. Datos de La Red Vial Nacional de Carreteras INVIAS
- [2] <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/descarga-mgn-marco-geoestadistico-nacional/>. DANE marco geostatístico nacional datos año 2020
- [3] <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>. Datos del DANE censo 2018