

Plataforma de análisis geoespacial y monitoreo del Covid-19 en el Estado de Sonora

SERVICIOS DE SALUD DE SONORA
RECIBIDO
27 NOV. /
DIRECCIÓN DE
PROMOCIÓN A LA SALUD Y
PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES



Gobierno del
Estado de Sonora

Secretaría
de Salud



PLATAFORMA DE ANÁLISIS GEOESPACIAL Y MONITOREO DEL COVID-19 EN EL ESTADO DE SONORA

MAPAS Y TABLEROS PARA EL SEGUIMIENTO DE LA COVID-19 EN EL ESTADO DE SONORA

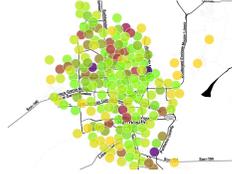
MAPAS, DATOS Y ESTADÍSTICAS



CONFIRMADOS SARS-COV-2

(1) Mapa de casos confirmados separados por activos, seguimiento terminado, recuperados y decesos. Los tres grupos de arriba son digítarios y la unión de todos ellos corresponde a los casos confirmados positivos SARS-CoV-2 + confirmados por asociación. (2) Mapa de pacientes hospitalizados activos.

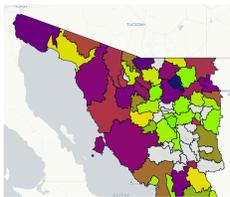
- > IR AL MAPA DE ACTIVOS, RECUPERADOS, SEGUIMIENTO TERMINADO Y DECESOS
- > IR AL MAPA DE HOSPITALIZADOS



MAPA DE CLÚSTERS

Mapa de clústers de los casos activos (confirmados + decesos + seguimiento terminado) + recuperados, base de la Dra. Denica) dentro de un círculo de diámetro 1; dos elementos arbitrarios dentro del círculo distan en a lo más 1 km. El algoritmo que se usó es un método de reagrupamiento jerárquico con enlazado completo de aprendizaje no-supervisado. Consultar por ejemplo: aquí

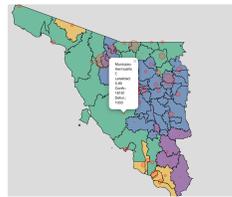
- > IR AL MAPA DE CLÚSTERS



MAPAS DE INCIDENCIA

(1) Mapa de incidencias de confirmados por 100,000 hab. por municipio al día (2) Mapa de evolución de incidencias por 100,000 hab. por fecha de inicio de síntomas. Las fechas registradas corresponden a la última base recibida por parte de la Dra. Denica.

- > IR A MAPA DEL DÍA
- > IR A MAPA DE EVOLUCIÓN



MAPAS DE MARGINACIÓN VS LETALIDAD

Mapa de letalidad en el Estado de Sonora y zonas de riesgo por complicación COVID-19 Sonora

- > IR A MAPA DEL DÍA
- > EXPLICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO

DASHBOARDS

(1) Tablero público SSA-UNISON. (2) Tablero privado de curvas epidémicas por fecha de inicio de síntomas por municipios y curvas de evolución de defunciones y recuperados del estado. (3) Tablero con información hospitalaria.

- > IR A TABLERO PÚBLICO
- > IR A TABLERO PRIVADO
- > IR A TABLERO DE INF. HOSPITALARIA
- > PRONÓSTICO CAMAS SONORA



CIENCIA DE DATOS UNISON:

Universidad de Sonora / Departamento de Matemáticas
Bivd. Rosales y Encinas s/n, Hermosillo, Sonora C.P.
83000

med.unison.mx

Productos

Mapas de agrupamiento por marcador área con capa de grado de marginación por AGE

Mapas de agrupamiento de pacientes activos SARS-CoV-2 agrupados en círculos de diámetro 1 y con capa de grado de marginación por AGE

Mapas de incidencia de confirmados SARS-CoV-2: actual y en línea de tiempo

Mapa de zonas de riesgo por complicación de Covid-19 y tasa de letalidad

Tablero de curvas epidémicas

Tablero de ocupación hospitalaria

Tablero de pronóstico de ocupación hospitalaria a corto plazo

Equipo de trabajo

Universidad de Sonora

 Equipo de Ciencia de Datos

Investigadores

- Olivia Carolina Gutú Ocampo
- Ivo José Jiménez Ramos
- Julio Waissman Vilanova

Estudiantes

- Pedro Andrés Hernández Amador
- Raúl Octavio Murcia Yucupicio

Soporte técnico servidor

- Aarón Lara Ordoñez

Departamento de Matemáticas

 Edificio 3K1, Departamento de Matemáticas

Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n

Col. Centro, Hermosillo, Sonora

CP 83000

 matematicas@unison.mx

 (662)259.2155 ext: 8155 y 8219

Secretaría de Salud

 Equipo de Epidemiología

Epidemiólogos

- Gerardo Álvarez Hernández
- Dénica Cruz Loustaunau

Dirección General de Promoción a la Salud y Prevención de Enfermedades

 Paseo Río Sonora Norte s/n

Col. Centro, Hermosillo, Sonora

CP 83240

 rhove.sonora@gmail.com

 (662)2162060

I. Acceso

La aplicación es de acceso restringido al personal del equipo de salud autorizado y los investigadores que participan en el proyecto a través de la liga:

<https://mat.uson.mx/coronavirus/mapas>

II. Repositorio privado de Github

<https://github.com/oliviagutu/Datos-Covid19>

III. Datos

Datos SSA-Sonora: archivos generados a partir de los datos recibidos por la Dirección General de Promoción a la Salud y Prevención de Enfermedades del Estado de Sonora:

acumulados.csv

Este archivo es el resultado de la manipulación del reporte hospitalario recibido diariamente en formato xlsx del cual se extrae la información correspondiente al número de camas disponibles y ocupada por Covid-19 (n. c. d. y n. c. o.) correspondientes a los municipios de mayor población en el estado (archivo lee_excel.R). Sus columnas son:

<i>Features</i>	<i>Description</i>	<i>Values</i>
fecha	fecha	yyyy-mm-dd
Sonora_disponibles	n. c. d. en Sonora	int64
Sonora_ocupados	n. c. o. en Sonora	int64
X_disponibles	n. c. d. en X	int64
X_ocupados	n. c. o. en X	int64

X	: Hillo	Hermosillo
	SLRC	San Luis Río Colorado
	Cajeme	Cajeme
	Nogales	Nogales
	Navojoa	Navojoa
	Caborca	Caborca
	Huatabampo	Huatabampo
	Guaymas	Guaymas
	PP	Puerto Peñasco


BASENUEVA.csv

Este archivo es el resultado de la limpieza aplicada al archivo recibido diariamente en formato xlsx de la Dirección General de Promoción a la Salud y Prevención de Enfermedades del Estado de Sonora (archivo bases.py) para obtener un archivo csv con las siguientes características:

<i>Features</i>	<i>Description</i>	<i>Values</i>
ID	Número de identificación del paciente	int64
NOMBRE	Uno de los dos apellidos del paciente	string
EDAD	Edad en años	float64, 'Nan',
SEXO	Sexo	FEMENINO, MASCULINO
MUN RES	Municipio de residencia	ACONCHI — SAN IGNACIO RIO MUERTO <FUERA DE SONORA>
LOCALIDAD DE RES	Localidad de residencia	string
DOMICILIO	Domicilio de residencia	string
SER MED	Servicio médico	SSA, IMSS, ESTATAL ISSSTE, SEDENA, PRIVADA , SEMAR IMSS-OPORTUNIDADES, PEMEX
FECINISI	Fecha de inicio de síntomas	yyyy-mm-dd 00:00:00, 'NaT'
TIPACIEN	Tipo de paciente	AMBULATORIO, HOSPITALIZADO
FIEBRE	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
TOS	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
ODINOPIA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
DISNEA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
IRRITABI	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
DIARREA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
DOTORACI	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
CALOFRIOS	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
CEFALEA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
MIALGIAS	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
ARTRAL	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
ATAEDOGE	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
RINORREA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
POLIPNEA	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
VOMITO	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
DOLABDO	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
CONJUN	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
CIANOSIS	Síntoma	SI, NO, 'Nan'
DIABETES	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
EPOC	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
ASMA	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
INMUSUPR	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
HIPERTEN	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
VIH/SIDA	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
OTRACON	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
ENFCARDI	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
OBESIDAD	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
INSRENCR	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'
TABAQUIS	Comorbilidad	SI, NO, 'Nan'

RESDEFIN	Resultado definitivo	SARS-COV-2, NEGATIVO ASOCIACION, RECHAZADA NO RECIBIDA, INF AH1N1 PMD, B ENTEROV - RHINOVIRUS RHINOVIRUS, EE, NO ADECUADO A, 'Nan'
EVOLUCION	Estatus actual del paciente	SEGUIMIENTO TERMINADO EN TRATAMIENTO SEGUIMIENTO DOMICILIARIO, ACTIVO CASO GRAVE, RECUPERADO DEFUNCION, CASO NO GRAVE ALTA - MEJORIA, ALTA - VOLUNTARIA REFERENCIA
FECHA DEF	Fecha defunción (si aplica)	yyyy-mm-dd 00:00:00, 'NaT'
R_SEG MUESTRA	Resultado de la segunda muestra	NEGATIVO, SARS-COV-2 CLINICO, RECHAZADA, 'Nan'
FECHA	Fecha de resultado de la segunda muestra	yyyy-mm-dd 00:00:00, 'NaT'
FECHA DE CONFIRMACION	Fecha de resultado de la primera muestra	yyyy-mm-dd 00:00:00, 'NaT'

BASE_GEO_COVID.csv

A partir de BASENUEVA.csv se genera BASE_GEO_COVID.csv la cuál es el resultado de extraer los casos tales que RESDEFIN es SARS-COV-2 o ASOCIACION y tales que la búsqueda de la geocodificación fue exitosa, anexas las siguientes columnas:

Features	Description	Values
LATITUD	latitud de las coordenadas de DOMICILIO	float64
LONGITUD	longitud de las coordenadas de DOMICILIO	float64

A cada dato de la columna DOMICILIO se le aplica la función para la geocodificación una sola vez de la siguiente manera (archivos `conversorgeocoding.py` y `EDA.ipynb`). Primero se verifica que se tenga el dato del municipio, pues en caso contrario es imposible encontrar las coordenadas. Para armar la búsqueda en la API de Google Maps Geocoding, a partir de la cadena de DOMICILIO, se extraen los datos necesarios mediante expresiones regulares, y se le da cierto formato dependiendo de la información disponible. Si el número de la casa es dado, se busca con los datos de: calle, número, colonia y ciudad. Si la búsqueda no contiene el número, se busca que se haya especificado una intersección con alguna calle, resultando así en una búsqueda de la intersección entre dos calles. Una vez que se establece la búsqueda, se consulta mediante la API de Google Maps. Si con dicha búsqueda no se encontró un resultado válido (si se encuentra en otra ciudad, o si el resultado no es una dirección domiciliar), se aproxima mediante su código postal. De esta forma, al aproximar un domicilio por el código postal, primero se busca en `CPSonAreas.csv`, y si existe, se verifica que el área del polígono no exceda de $\frac{\pi}{2}$ km². Si se cumple esta condición, se toma el valor del centroide para aproximarlo. Finalmente, en caso de que no se haya podido aproximar de ninguna de estas formas, se busca el nombre de la colonia utilizando, de nuevo, la API de Google Maps. Ésta regresa dos coordenadas, representando la esquina superior izquierda, y la inferior derecha del rectángulo que contiene a dicha colonia. Se calcula el área de dicho rectángulo y se verifica que sea menor a $\frac{\pi}{2}$ km². Si cumple con dicha condición, se toma el valor del centro dicho rectángulo para aproximar el domicilio.

De una base con 38,835 datos se lograron encontrar 31,367. Se analizó la razón por las que el algoritmo no encontró las coordenadas. Para verificar el sistema de codificación se tomó una muestra aleatoria de 500 datos de 31,367 y se codificaron con el sistema y manualmente. Se encontraron 294 falsos positivos, esto es, coordenadas a más de un 2 km de distancia del real (pero en el municipio correcto). El conjunto de falsos positivos resultó disperso, sin patrón evidente alguno por motivo de localización.

Encontrados	No encontrados
80.77 % confiable 94.12 % falsos positivos 5.88 %	19.23 % no existe el domicilio 16.07 % domicilio incompleto 13.15 % domicilio mal escrito 19.34 % sin datos 43.21 % desactualización de Google Maps 6.43 % domicilio en carretera 1.20 % mal registro de Google Maps 0.60 %

Datos externos: archivos generados a partir de datos externos a la Dirección General de Promoción a la Salud y Prevención de Enfermedades del Estado de Sonora.

CPSONAreas.csv

De la página de Datos Abiertos del Gobierno de México, más específicamente de Correos de México se obtuvieron los polígonos de las áreas que delimitan los distintos códigos postales en el estado de Sonora. ¹ A cada polígono se le calculó el área y el centroide como coordenada geográfica (archivo CentroidesCP.ipynb).

Features: CP, LATITUD, LONGITUD, AREA

IMU_SONORA_2010.json

De la página de Datos Abiertos del Gobierno de México, particularmente del Consejo Nacional de Población, se descargaron los Datos de Índice de Marginación por AGEB urbana 2000-2010 (Base_marginacion_AGEB_00-10.csv) y la Cartografía de Marginación por AGEB Urbana 2010 (IMU_2010.kml) ². Se editó el primer archivo del índice de marginación para considerar únicamente los datos del Estado de Sonora del año 2010 y se creó un archivo csv temporal. A partir de los archivos que constituyen la cartografía se creó un archivo tipo geojson con la información correspondiente a Sonora. Se hizo un *merge* entre los datos de ambos archivos (pues habían 3 AGEB que tenían información del polígono pero sin datos de marginación o viceversa) que dio como resultado el archivo final.

Features:

properties:

Name: entero de 14 dígitos (clave de la AGEB)

description: código en HTML

geometry:

type: MultiPolygon

¹ <https://datos.gob.mx/busca/dataset/ubicacion-de-codigos-postales-en-mexico>

² http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion

coordinates: lista de vértices en coordenadas geográficas

POBLACION_SONORA2020.csv

De la Estimación de Población Total 2020 por Jurisdicción Sanitaria, Coordinación Médica Local y Municipio de la SS. de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) se formó un archivo con las siguientes características:

Features: JURISDICCION SANITARIA, COORDINACION MEDICA LOCAL, MUNICIPIO, POBLACION TOTAL

Base_Indice_de_marginacion_municipal_2010.csv

También de la página de Datos Abiertos del Gobierno de México en la parte correspondiente del Consejo Nacional de Población se descargó el Índice de Marginación por Municipio 1990-2010 (Base_Indice_de_marginacion_municipal_90-15.csv). Se extrajo la información correspondiente al Estado de Sonora del año 2010 con columnas no vacías. El archivo resultante tiene las siguientes características:

*Features*³

MUN	Municipio
POB_TOT	p. t. del municipio
ANALF	% de población de 15 años o más analfabeta
SPRIM	% de población de 15 años o más sin primaria
OVSDE	% de ocupantes en v. p. h. sin drenaje ni servicio sanitario
OVSEE	% de ocupantes en v. p. h sin energía eléctrica
OVSAA	% de ocupantes de v. p. h sin agua entubada
VHAC	% de v. p. h con algún nivel de hacinamiento
OVPT	% de ocupantes de v. p. h. con piso de tierra
PL5000	% de p. t. de localidades con menos de 5000 habitantes en el municipio
PO2SM	% de p. o. con ingresos de hasta dos salarios mínimos
IM	Índice de marginación (por PCA, una componente)
GM	Grado de marginación (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto)
INDOA100	Índice en escala del 0 a 100
LUG_NAC	Lugar nacional

municipios_latlon.csv

Este archivo se construyó manualmente, se localizaron las coordenadas correspondientes al centro de la cabecera municipal.

Features: MUNICIPIO, LONGITUD, LATITUD

poligonos_sonora.geojson

El archivo son-municipal.geojson original se descargó de datamx⁴ el cual contiene 161 atributos para cada uno de los 72 municipios del Estado de Sonora. Se eliminaron todas las columnas a excepción de las que contienen el nombre del municipio y la información de las coordenadas de la geometría del polígono correspondiente.

³v. p. h.: viviendas particulares ocupadas, p. t.: población total, p. o.: población ocupada

⁴<http://www.datamx.io/> (al 22 de octubre del 2020 el sitio <http://www.datamx.io/> no puede ser accesado por alguna razón; sin embargo, el archivo puede descargarse directamente desde: <https://datos-codeando.s3.amazonaws.com/2013-11-30T23:22:00.993Z/son-municipal.geojson>).

```

Features:
properties:
  Municipio: Aconchi—Yecora
geometry:
  type: Polygon
  coordinates: lista de vértices en coordenadas geográficas

```

PPDH060SON.csv

Para constituir este archivo, se tomaron los datos del Estudio de Prevalencia de Obesidad, Hipertensión y Diabetes para los Municipios de México de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT 2018 (a_peq_prev_2018.xlsx)⁵ y de la Estimación de Población Total 2020 por Jurisdicción Sanitaria, Coordinación Médica Local y Municipio de la SS. de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) citada anteriormente. Se construyó el archivo con los siguientes atributos:

```

Features:
MUN  Municipio
PPOB>20  % de población de 20 años y más con obesidad
PPHIP>20  % de 20 años y más con diagnóstico previo de hipertensión
SPRIM  % de población de 20 años y más con diagnóstico previo de diabetes
PP>60  % de población de más de 60 años o más

```

IV. Productos



Mapas de agrupamiento por marcador área con capa de grado de marginación por AGEb

Datos:

- BASE_GEO_COVID.csv
- IMU_SONORA_2010.json

Programas involucrados:

- confirmadosmap.py
- hospitalizadosmap.py
- MAPAS.ipynb

La plataforma genera dos mapas, el primero es consta de 5 capas, una capa de grado de marginación por AGEb y las otras cuatro correspondientes a 4 estatus según el valor de en la columna EVOLUCION de la base BASE_GEO_COVID.csv: SEGUIMIENTO TERMINADO, RECUPERADO, DEFUNCION con sus etiquetas correspondientes y con la etiqueta de ACTIVO todos los demás (es decir aquí se incluyen los casos en que el atributo de EVOLUCION tiene el valor de ACTIVO, EN TRATAMIENTO, SEGUIMIENTO DOMICILIARIO, CASO GRAVE, CASO NO GRAVE, ALTA-MEJORÍA o ALTA-VOLUNTARIA). El agrupamiento se hace en

⁵<https://www.inegi.org.mx/investigacion/pohd/2018/>

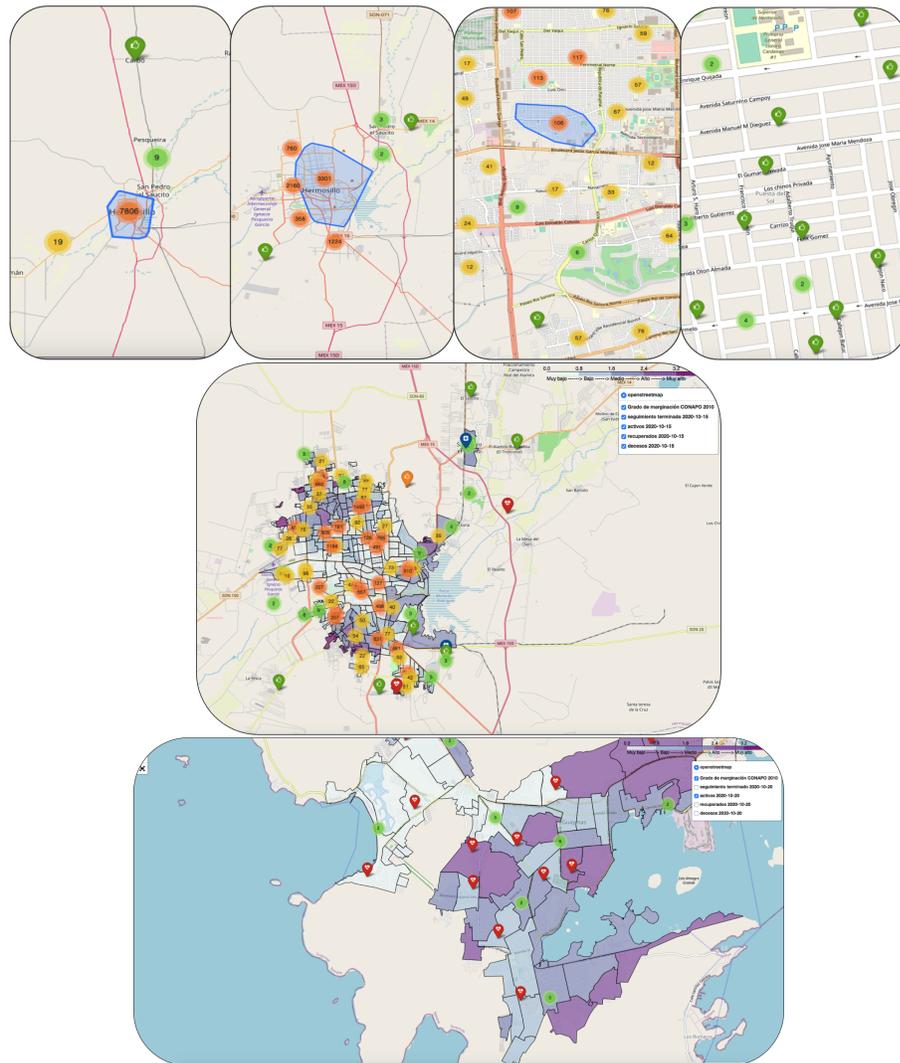


FIGURA 1. Vista de varios acercamientos de los mapas de agrupamiento por marcador área con capa de grado de marginación por AGEB.

función del acercamiento (zoom hasta nivel de calle) donde automáticamente se calculan los centroides del agrupamiento y ahí aparece el marcador con el número de elementos en el área resaltada en azul. Opcionalmente se puede activar la capa de grado de marginación por AGEB (áreas geoestadística básica del INEGI) el cual se obtuvo de la base IMU_SONORA_2010. json. El segundo mapa funciona de manera igual pero tomando en cuenta únicamente a los pacientes HOSPITALIZADOS de BASE_GEO_COVID.csv



Mapas de agrupamiento de pacientes activos SARS-CoV-2 agrupados en círculos de diámetro 1 y con capa de grado de marginación por AGEB

Datos:

- `BASE_GEO_COVID.csv`
- `IMU_SONORA_2010.json`

Programas involucrados:

- `clustersmap.py`
- `hiddencluster.py`
- `MAPAS.ipynb`

A partir de los pacientes **ACTIVOS** de la `BASE_GEO_COVID.csv` se extraen los **ACTIVOS** como se describen en la sección anterior y se utiliza un algoritmo de aprendizaje automático no-supervisado de reagrupamiento jerárquico con enlazado completo para lograr agrupamientos cuyos elementos en formato (LATITUD, LONGITUD) —domicilio de residencia de los pacientes— disten en a lo más un kilómetro. Se calcula primero la matriz de distancias entre todos los elementos, se efectúa el aprendizaje para obtener la clasificación. Se agrupan los elementos y se calcula para cada agrupamiento su centroide y se genera un archivo temporal `centroides.activos.csv`. A partir de este archivo se grafican únicamente los centroides y se dibuja un círculo de diámetro 1. Se asigna el color del círculo por escala de colores lineal $[1, \max]$ donde \max es la cantidad máxima de elementos encontrados en un agrupamiento de todo el Estado de Sonora, con marcador de cambio de color en la parte entera de $n \frac{\max}{4}$, $n = 1, 2, 3, 4$. También en este mapa se incluye una capa de marginación por AGEB.



Mapas de incidencia de confirmados SARS-CoV-2: actual y en línea de tiempo.

Datos:

- `BASE_GEO_COVID.csv`
- `POBLACION_SONORA2020.csv`
- `poligonos_sonora.geojson`

Programas involucrados:

- `MAPAS_INCIDENCIA.ipynb`

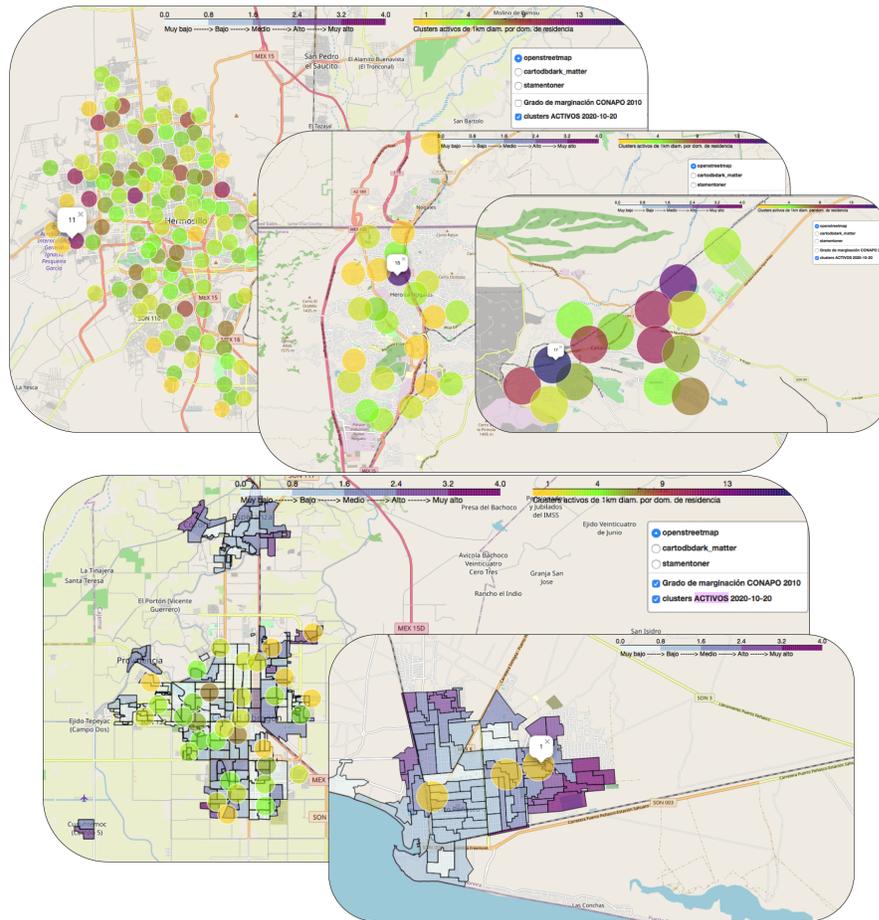


FIGURA 2. Mapas de agrupamiento de círculos de pacientes activos SARS-CoV-2 con capa de grado de marginación por AGEB desactivada y activada.

Se presentan dos tipos de mapa de incidencia de confirmados SARS-CoV-2 por 100,000 habitantes por municipio. El primero corresponde al mapa del día, la escala de colores es lineal [min,max], min y max son la menor y mayor incidencia del día, respectivamente, con marcador de cambio de color por cuartiles de la secuencia ordenada de incidencias correspondientes a todos los municipios de ese día. El mapa en línea de tiempo comienza desde el primer día en que se registró el primer caso sospechoso en el Estado de Sonora hasta el día actual. La escala de colores es lineal en un intervalo [min,max], donde min y max son la menor y mayor incidencia global a lo largo del tiempo y con marcador de cambio de color por cuartiles pero ahora considerando la secuencia ordenada de incidencias de todos los municipios, tomando en cuenta toda la línea de tiempo.

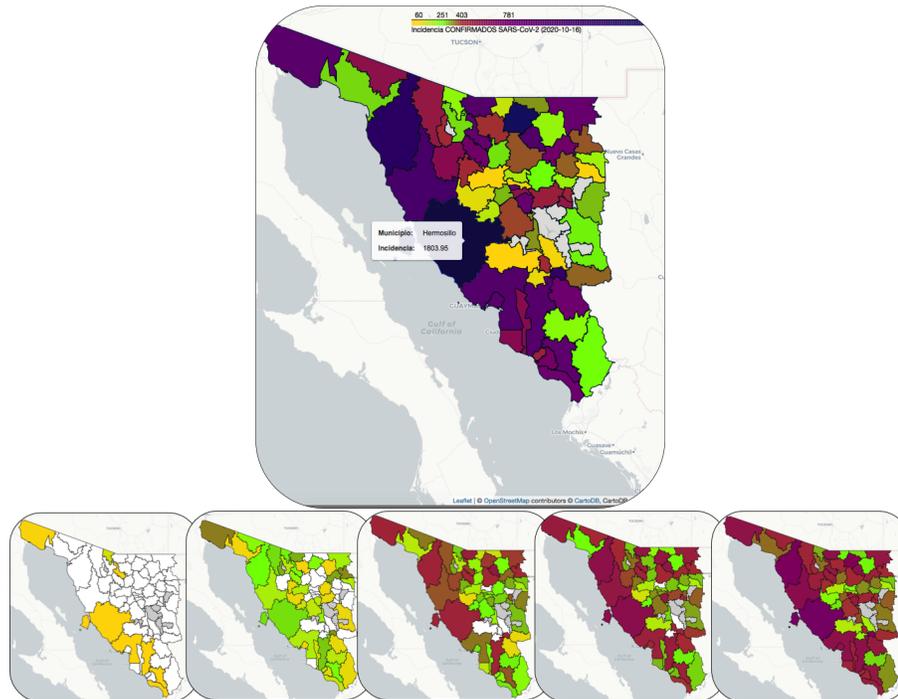


FIGURA 3. Vista de mapas de incidencia del día y time-line.



Mapa de zonas de riesgo por complicación de Covid-19 y tasa de letalidad.

Datos:

- BASE_GEO_COVID.csv
- POBLACION_SONORA2020.csv
- poligonos_sonora.geojson
- Indice_de_marginacion_municipal_2010.csv
- municipios_latlon.csv
- PPDH060SON.csv

Programas involucrados:

- MAPAS_RIESGO.ipynb
- RIESGO-COMPLICACION-COVID19-PCA.ipynb

A partir del estudio hecho con los datos abiertos del Índice de Marginación por Municipio 2010 del Consejo Nacional de Población, los datos abiertos del Estudio de Prevalencia de Obesidad, Hipertensión y Diabetes para los Municipios de México de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT

SSA-UNISON

2018 y de la Estimación de Población Total 2020 por Jurisdicción Sanitaria, Coordinación Médica Local y Municipio de la SS. Dirección General de Información en Salud (DGIS) se formó una matriz con los siguientes atributos aplicados a cada municipio del Estado de Sonora:

Atributo	Descripción
ANALF	% de población de 15 años o más analfabeta
SPRIM	% de población de 15 años o más sin primaria
OVSDE	% de ocupantes en v. p. h. sin drenaje ni servicio sanitario
OVSEE	% de ocupantes en v. p. h sin energía eléctrica
OVSAE	% de ocupantes de v. p. h sin agua entubada
VHAC	% de v. p. h con algún nivel de hacinamiento
OVPT	% de ocupantes de v. p. h. con piso de tierra
PL5000	% de p. t. de localidades con menos de 5000 habitantes en el municipio
PO2SM	% de p. o. con ingresos de hasta dos salarios mínimos
PPOB>20	% de población de 20 años y más con obesidad
PPHIP>20	% de 20 años y más con diagnóstico previo de hipertensión
SPRIM	% de población de 20 años y más con diagnóstico previo de diabetes
PP>60	% de población de más de 60 años o más

Se aplicó análisis en componentes principales a todos los atributos con varianza explicada en las primeras 6 componentes dadas por el siguiente vector [0.346, 0.245, 0.111, 0.064, 0.058 0.046], por lo que se decidió quedarse con las tres primeras las cuales suman un aproximado de 70% de la varianza total. Después de aplicar el algoritmo de agrupamiento de K-medias se encontraron 4 grupos diferentes de tipos municipios a los cuales les asignamos etiquetas mnemotécnicas de la siguiente manera:

- Sierra sur
- Poblaciones principales
- Valle rural
- Sierra central

El mapa incluye dos capas. La primera capa corresponde a los agrupamientos por marginación y comorbilidades de las diferentes zonas y la segunda capa a la tasa de letalidad en cada municipio al día. El mapa presenta un círculo rojo con centro en la cabecera municipal y tamaño de radio proporcional a la tasa de letalidad del municipio. Al hacer el llamado a la ventana emergente de cada círculo, se presenta la información del municipio del total de casos confirmados (RESDEFIN con valor SARS-COV-2 o ASOCIACION) y el total de decesos totales del municipio (EVOLUCION con valor DEFUNCION) y también la correspondiente tasa de letalidad del municipio. La aplicación presenta además del cálculo diario de los siguientes atributos:

Atributo	Descripción
P_CONFIR_POB	% de población de la zona confirmada por SARS-Cov-2
P_DIAB_DEF	% de decesos por SARS-Cov-2 en la zona con diabetes
P_HIPER_DEF	% de decesos por SARS-Cov-2 en la zona con hipertensión
P_OBES_DEF	% de decesos por SARS-Cov-2 en la zona con obesidad
LETALIDAD	% de letalidad en la zona
P_POB	% de confirmados por SARS-Cov-2 que pertenecen a la zona

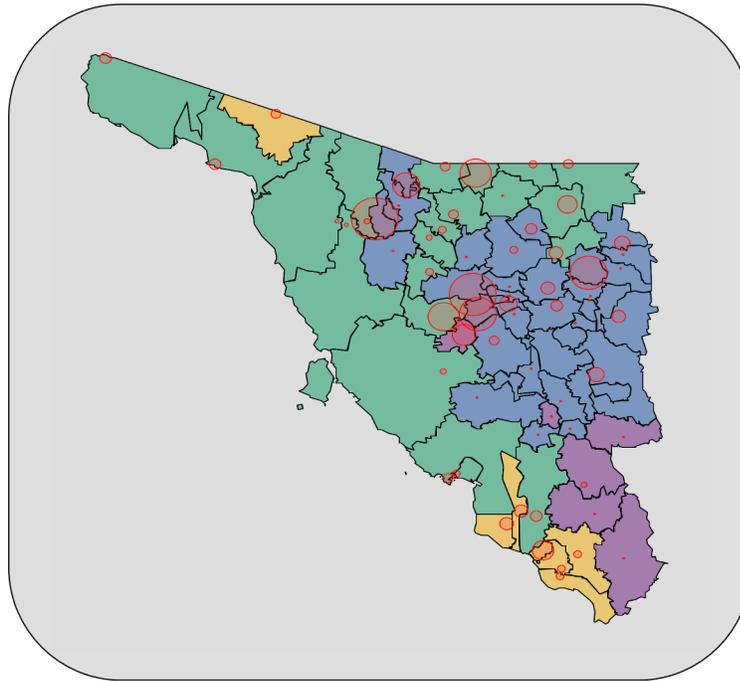


FIGURA 4. Mapa de zonas de riesgo por complicación de Covid-19 y tasa de letalidad.

e.g. (imágenes tal cual aparecen en la APP):

	P_CONFIR_POB	P_DIAB_DEF	P_HIPER_DEF	P_OBES_DEF	LETALIDAD	P_POB
Sierra sur	%0.34	%44.44	%55.56	%33.33	%5.33	%1.86
Poblaciones principales	%1.64	%39.05	%54.47	%25.06	%7.93	%81.51
Sierra central	%0.46	%43.24	%67.57	%37.84	%11.67	%2.60
Valle rural	%0.95	%32.20	%51.98	%32.20	%10.02	%14.03

Zona	prevalencia de contagios	letalidad
Sierra sur	baja	baja
Poblaciones principales	muy alta	media
Sierra central	baja	alta
Valle rural	media	alta



FIGURA 5. Agrupamientos de municipios del Estado de Sonora por marginación y co-morbilidades asociadas a SARS-CoV-2.

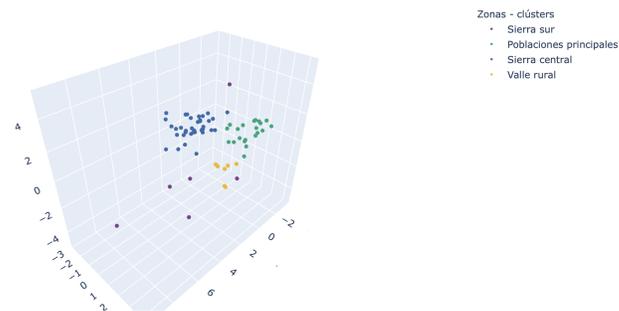


FIGURA 6. Gráfica de municipios caracterizados por 3 componentes principales

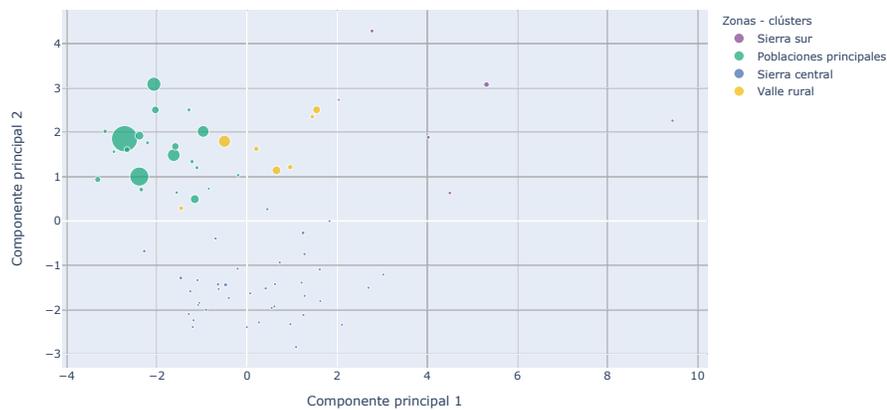


FIGURA 7. Gráfica de municipios caracterizados por 2 componentes principales con radio proporcional al tamaño de la población del municipio



Tablero de curvas epidémicas

Datos:

- BASE_NUEVA.csv

Programas involucrados:

- cuvas_epidemicas.Rmd

Este tablero presenta las curva epidémica de casos por día (RESDEFIN con valor SARS-COV-2), por fecha de inicio de síntomas, estatal y de los municipios de Hermosillo, Cajeme, Nogales, San Luis Río Colorado, Caborca y Navojoa. Se presenta simultáneamente en cada gráfica los casos negativos (RESDEFIN diferente a SARS-COV-2 o 'Nan'), sospechosos (RESDEFIN con valor 'Nan') y por asociación (RESDEFIN

SSA-UNISON



FIGURA 8. Gráfica de área radial por zonas respecto a los atributos

con valor ASOCIACION). Se incluye también una estimación de casos confirmados (RESDEFIN con valor SARS-COV-2 o ASOCIACION) por positividad diaria. Además, se presenta la gráfica de evolución con promedio móvil a 7 días de las defunciones (EVOLUCION con valor DEFUNCION) y recuperados (EVOLUCION con valor RECUPERADO o SEGUIMIENTO TERMINADO) registrados por fecha de defunción y por fecha de registro de recuperación, respectivamente.



Tablero de ocupación hospitalaria

Datos:

- acumulados.csv

Programas involucrados:

- hospitalaria.Rmd

Este tablero es un complemento al tablero público <http://covid19data.unison.mx>. Se presentan las siguientes gráficas de evolución en relación a la ocupación de camas COVID-19 de la Secretaría de Salud Sonora. camas ocupadas en el Estado de Sonora con semáforo por porcentaje de ocupación, camas ocupadas y porcentaje de ocupación de los municipios de: Hermosillo, Cajeme, San Luis Río Colorado, Nogales, Guaymas, Navojoa, Caborca, Agua Prieta, Huatabampo y Puerto Peñasco. Gráficas de hospitalizados por fecha de inicio de síntomas para los municipios de Hermosillo, Cajeme, Nogales,

SSA-UNISON

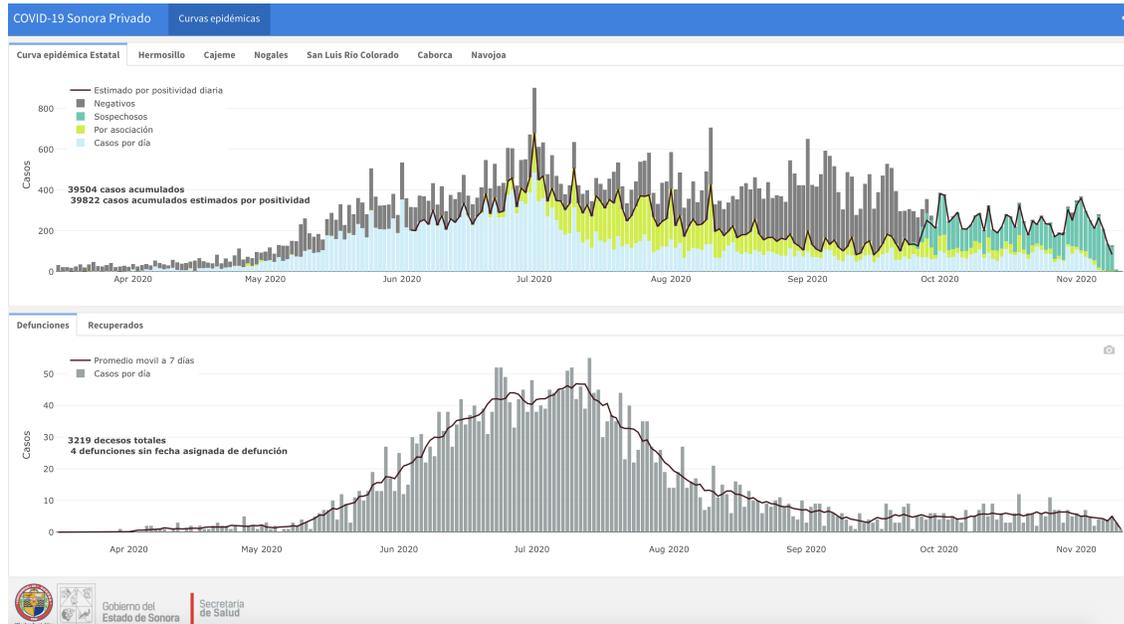


FIGURA 9. Imagen general del tablero de curvas epidémicas.

San Luis Río Colorado, Caborca y Navojoa. Gráficas en línea de tiempo del porcentaje de camas ocupadas para los municipios de Hermosillo, Cajeme, Nogales, San Luis Río Colorado, Caborca y Navojoa.



Tablero de pronóstico de ocupación hospitalaria a corto plazo.

Datos:

- acumulados.csv

Programas involucrados:

- pronosticohosp.py

Se presenta el pronóstico de ocupación de camas a 14 días del total del Estado de Sonora y de los municipios de Hermosillo, Cajeme, Nogales, San Luis Río Colorado, Caborca y Navojoa. Se utilizó el algoritmo de Prophet, un procedimiento para pronosticar datos de series de tiempo basado en un modelo aditivo donde las tendencias no-lineales se pueden ajustar a la estacionalidad diaria, resistente a los datos faltantes y los cambios de tendencia, y con manejo adecuado de los valores atípicos. Prophet es un software de código abierto lanzado por el equipo Core Data Science de Facebook.⁶

⁶<https://facebook.github.io/prophet/>

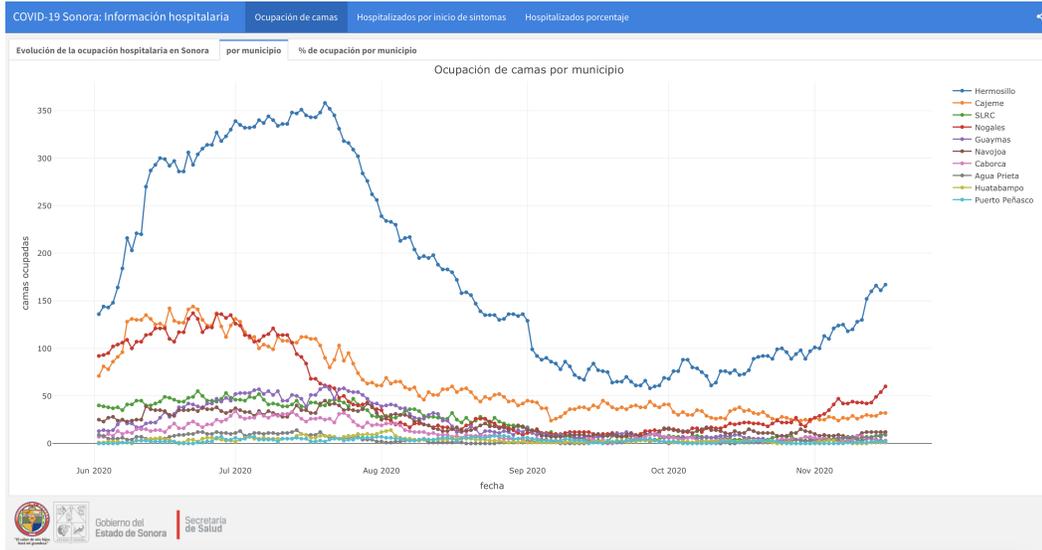


FIGURA 10. Imagen general del tablero de ocupación hospitalaria.

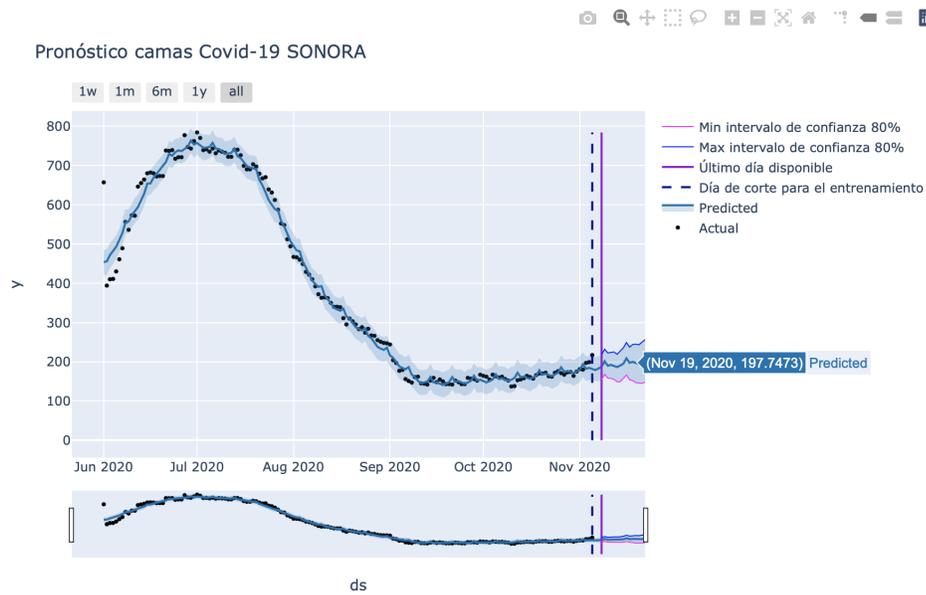


FIGURA 11. Imagen general del tablero de pronóstico de ocupación hospitalaria a corto plazo.