

## **Aplicación de Tecnologías de Análisis Geoespacial en la Evaluación de la Situación Epidemiológica del Zika en la Región Tumbes**

Application of Geospatial Analysis Technologies in the Evaluation of the Epidemiological Situation of Zika in the Tumbes Region

María Edith Solis C.<sup>1</sup>; Eber Gines T<sup>1,\*</sup>; Edward Hernández V<sup>2</sup>

### **Resumen**

El análisis espacial en la actualidad es muy usado para obtener información nueva y tomar decisiones informadas. Diversas organizaciones utilizan el análisis espacial para su trabajo, yendo desde los gobiernos locales y nacionales, empresas privadas, universidades, organizaciones no gubernamentales. El campo de la salud no es ajeno a este aspecto, y en los últimos años está haciendo uso de estas herramientas para el análisis de las enfermedades o daños y sus tendencias en el tiempo y espacio. El Zika es una enfermedad infecciosa causada por el virus Zika (ZIKV). Se transmite por la picadura del zancudo *Aedes aegypti*, vector transmisor del dengue y chikungunya. La Región Tumbes ha notificado casos autóctonos de Zika desde el año 2016. Las necesidades que plantea la infección por virus Zika son de gran alcance y requieren un abordaje urgente, por lo que el uso del análisis geoespacial en el análisis epidemiológico de la situación de salud en la Región Tumbes resulta de utilidad y ha permitido en base a la información estadística del Zika en la Región Tumbes presentar la información de manera clara en gráficos de mapas de casos y tendencias. El análisis resultante permite ubicar las zonas de mayor riesgo y orientar las estrategias intervenir en su control.

**Palabras clave:** QGIS; Zika; análisis geoespacial.

### **Abstract**

Geospatial Analysis is the set of activities that aim to exploit and analyze images (whether aerial or satellite) and geospatial information that describes, values, and visually represents. Today's spatial analysis is widely used to obtain new information and make informed decisions. Various organizations use spatial analysis for their work, going from local and national governments, private companies, universities, non-governmental organizations. The field of health is no stranger to this aspect, and in recent years is making use of these tools for the analysis of diseases or damages and their trends in time and space. Zika is an infectious disease caused by the Zika virus (ZIKV). It is transmitted by the sting of the mosquito *Aedes aegypti*, vector transmitter of dengue and chikungunya. The Tumbes Region has reported autochthonous cases of Zika since 2016. The needs posed by Zika virus infection are far-reaching and require an urgent approach, so the use of geospatial analysis in the epidemiological analysis of the health situation in the Tumbes Region it is useful and it has allowed, based on the statistical information of the Zika in the Tumbes Region, to present the information in a clear way in graphs of maps of cases and trends. The resulting analysis allows locating the areas of greatest risk and guiding the strategies to intervene in their control.

**Keywords:** QGIS; Zika; Geospatial Analysis.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Tumbes

<sup>2</sup> Dirección Regional de Salud Tumbes-Unidad de Notificación Dirección Ejecutiva de Epidemiología.

\* Autor correspondiente: [ebergines@gmail.com](mailto:ebergines@gmail.com) (E. Gines).

## Introducción

El análisis espacial permite la manipulación de datos espaciales en diferentes formas y hace posible tener una mejor comprensión de estos. El análisis espacial proporciona una explicación objetiva de la dinámica espacial, basándose en los datos cuantitativos y cualitativos (Ojeda, 2016).

Los sistemas geospaciales expresan los resultados en diversos tipos de mapas, en los que se muestra la forma, la dimensión, la distribución y otros aspectos de los fenómenos analizados. La Percepción Remota o Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son herramientas geospaciales que han tenido mucho desarrollo en los últimos años (Solano, 2016). QGIS es un Sistema de Información Geográfica de software libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows. Permite manejar formatos de datos ráster y vectoriales a través de bibliotecas y bases de datos, donde radican sus grandes potencialidades (TYC GIS Formación, 2017). Los Sistemas de Información Geográfica, SIG, se presentan como una herramienta clave en el análisis de la distribución de enfermedades para ubicar las zonas de mayor riesgo y orientar las estrategias públicas. La utilización de mapas y curvas epidémicas para la representación y el análisis de la información son importantes para el análisis epidemiológico de cualquier daño o enfermedad.

Por otro lado, el Zika es una enfermedad infecciosa causada por el virus Zika (ZIKV). Se transmite por la picadura del zancudo *Aedes aegypti*, vector transmisor del dengue y chikungunya (MINSA, 2016a). Zika es un arbovirus del género flavivirus (familia Flaviviridae). Se aisló por primera vez en 1947 en los bosques de Zika (Uganda), en un mono Rhesus durante un estudio sobre la transmisión de la fiebre amarilla selvática (OPS, 2017a). Su periodo de incubación es de 3 a 12 días, puede cursar de forma asintomática o presentarse con una clínica moderada. En los casos sintomáticos con enfermedad moderada, los síntomas se

establecen de forma aguda e incluyen: exantema macular o papular (erupción en la piel con puntos blancos o rojos) y puede venir acompañado de fiebre, artritis o artralgia, conjuntivitis no purulenta, dolores musculares, dolor de cabeza y menos frecuentemente, dolor retro-orbitario, anorexia, vómito, diarrea, o dolor abdominal. Los síntomas duran de 4 a 7 días y son autolimitados. El diagnóstico de laboratorio se basa en la detección de ARN del virus Zika en el suero mediante el uso de RT-PCR y aislamiento viral, permitiendo la detección del virus Zika durante los primeros 3 a 5 días después de iniciados los síntomas (MINSA, 2016b). El virus de Zika puede transmitirse en el curso de una relación sexual. Pueden aparecer manifestaciones neurológicas durante y después de la fase aguda de la infección y también durante la fase de convalecencia (CDC, 2016).

El zancudo transmisor del dengue, chikungunya y Zika, el *Aedes Aegypti* ingresó a la Región Tumbes en el año 1991 por la zona Aguas Verdes (procedente de Guayaquil y sur del Ecuador), desde ese año se ha reportado periódicamente presencia del vector. Hay múltiples factores de riesgo para la persistencia de casos de Zika en la Región Tumbes. Desde la confirmación de la transmisión autóctona del virus Zika en la Región Tumbes el año 2016, se ha documentado transmisión en los trece distritos de la Región. La tasa de incidencia regional para el año 2016 fue de 13,57 x 100 mil hab mientras que la tasa de incidencia acumulada regional el año 2017 es 143,41 por cada 100 mil hab (SE 51), es decir un incremento de más de 10 veces. En el año 2017 se han confirmado 16 casos de Zika en gestantes.

La finalidad de este trabajo es aplicar el análisis geoespacial para evaluar la situación epidemiológica del Zika en la Región Tumbes y con ello proveer de información para la toma de decisiones adecuadas y la planificación de intervenciones para la prevención y control del Zika.

## Material y métodos

Se realizó una investigación en función de los casos de Zika notificados y registrados en la base de información del NOTI SP web v 2.5 de la Dirección Ejecutiva de Epidemiología de la Región Tumbes correspondiente al año 2017. Dicha información está sustentada en la notificación semanal de casos que realizan los 43 establecimientos de la Región Tumbes. Para la validez de la base de datos se utilizó el criterio de consistencia entre las variables.

Se utilizó las siguientes definiciones de casos de Zika:

*Caso sospechoso de Zika.* Toda persona con rash / exantema (erupción cutánea), con un tiempo de enfermedad menor o igual a 7 días de evolución, que reside o ha visitado áreas con transmisión de zika, 14 días antes del inicio de los síntomas y que presenta alguna de las siguientes manifestaciones: Fiebre < 38,5 °C, conjuntivitis no purulenta o hiperemia conjuntival, mialgia, cefalea o malestar general, artralgia, edema periarticular.

*Caso confirmado de Zika.* Todo caso sospechoso de zika o asintomático, que tenga al menos una de las siguientes pruebas positivas de laboratorio: Aislamiento viral por cultivo celular, qRT-PCR, Elisa IgM. (MINSA, 2016c).

*Caso sospechoso de Zika en Gestante.* Gestante con fiebre y/o rash/exantema (erupción cutánea), con un tiempo de enfermedad menor o igual a 7 días de evolución, que reside o ha visitado áreas con transmisión de zika, 14 días antes del inicio de los síntomas y que presenta alguna de las siguientes manifestaciones: Fiebre < 38,5 °C, conjuntivitis no purulenta o hiperemia conjuntival, mialgia, cefalea o malestar general, artralgia, edema periarticular.

*Caso confirmado de Zika en Gestante.* Gestante que tenga al menos una de las siguientes pruebas positivas de laboratorio: Aislamiento viral por cultivo celular, prueba de detección de ARN viral mediante qRT-PCR en tiempo real (CDC, 2016).

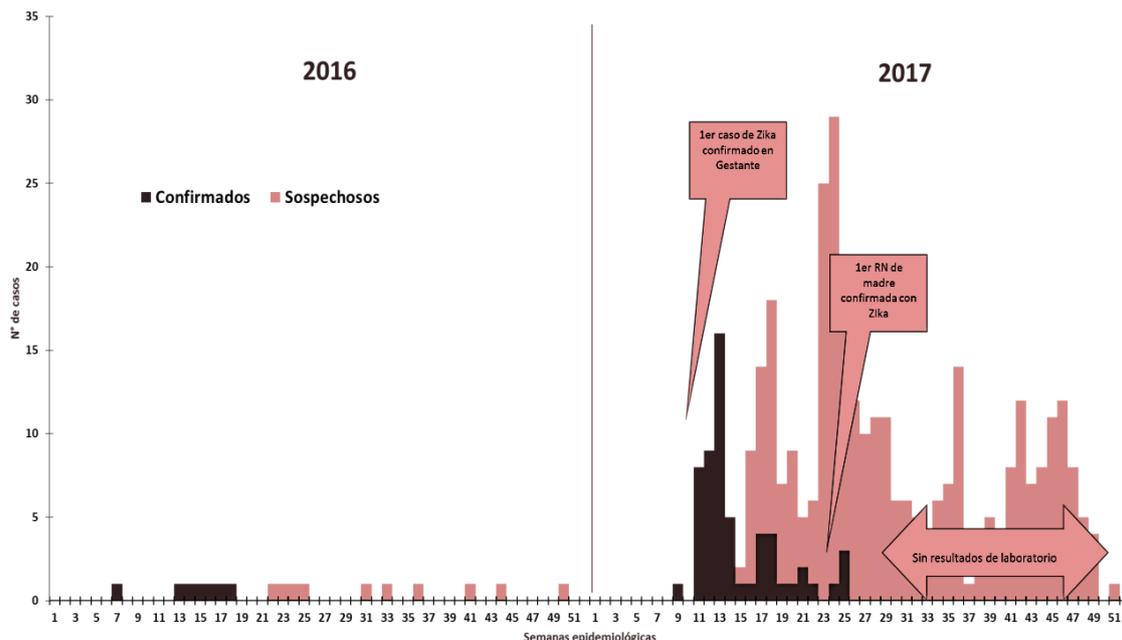
La población de estudio fueron los habitantes de la Región Tumbes (Su población es de 243,362 habitantes distribuidos en tres provincias y trece distritos). La información estadística de morbilidad comprende el período entre 2016-2017. La incidencia se obtuvo a partir del registro de base de información del NOTI SP web v 2.5 de la Dirección Ejecutiva de Epidemiología de la Región Tumbes. La base cartográfica digital utilizada fue proporcionada por el CDC a la Dirección Ejecutiva de Epidemiología.

La metodología seguida en el trabajo fue la siguiente: Preparación de la base de datos en tabla dinámica por distritos, por diagnóstico, tipo de diagnóstico (confirmado, sospechoso), género y año, con sus respectivas tasas de incidencia en población general y en gestantes; importación de la base de hoja de cálculo Excel al sistema de información georeferencial – QGIS; unión de la hoja de trabajo de Excel por el campo en común (distritos) con la cartografía de distrito de la Región Tumbes; elaboración de diferentes mapas informativos y temáticos, que permitan tener una visión general de la situación epidemiológica del Zika que presenta la Región Tumbes. Se utilizaron las opciones del software QGIS: propiedades de la capa distritos, diagrama, gráficos de queso-atributos, se eligió la opción centroide, se etiquetó representación para esta capa.

## Resultados

Desde las primeras semanas del año 2016 se reportaron casos de Zika en la Región Tumbes procedentes de los distritos de Zarumilla y Aguas Verdes y posteriormente se ha extendido a otras

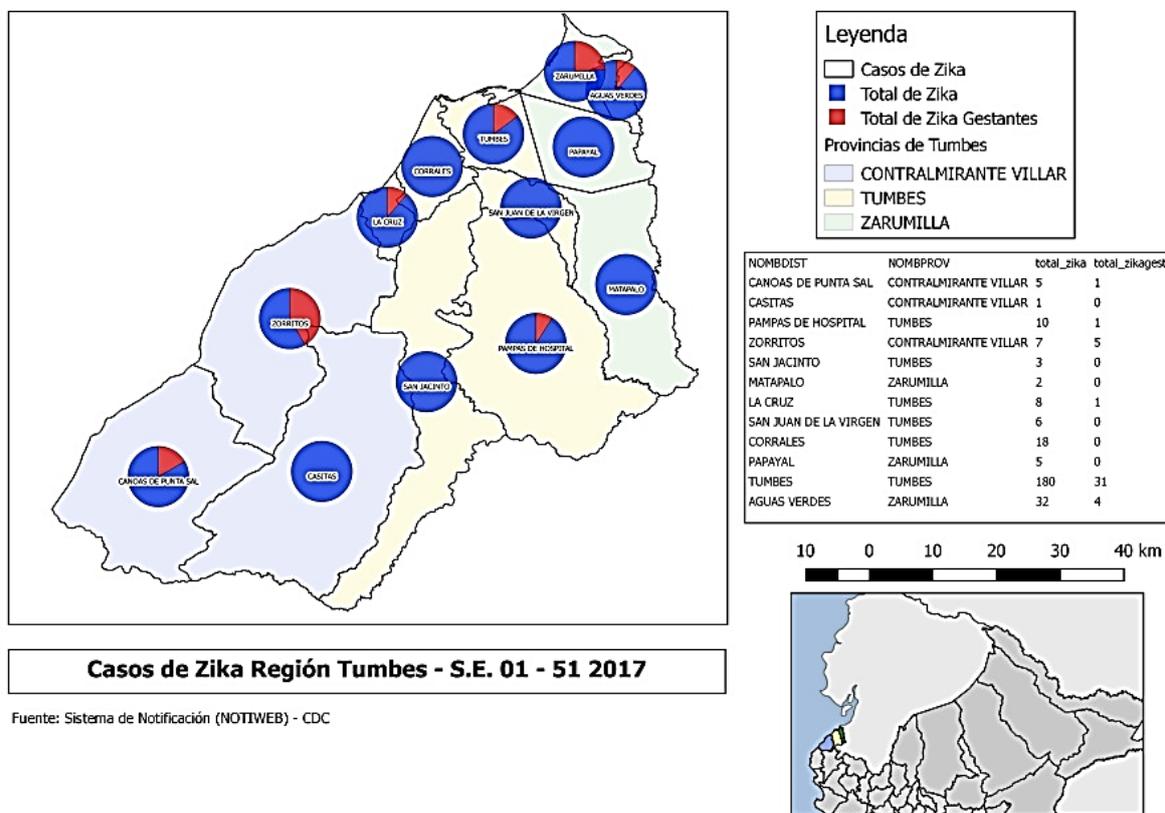
localidades de la Región Tumbes. La tendencia de casos desde el año 2016 muestra una tendencia al alza, con un incremento de casos a partir de la SE 11-2017 (Figura 1).



**Figura 1.** Casos de Zika en la Región Tumbes (Años 2016 – 2017, SE 51) (DIRESA, 2017).

La tasa de incidencia regional a la SE 51 del presente año es de 143,41 casos de Zika por 100 mil hab., esta incidencia es mayor a la del año 2016 que fue de 13.57

casos por 100 mil hab. La incidencia de casos es más de 10 veces mayor durante el 2017 (Figura 2, 3 y Tabla 1).



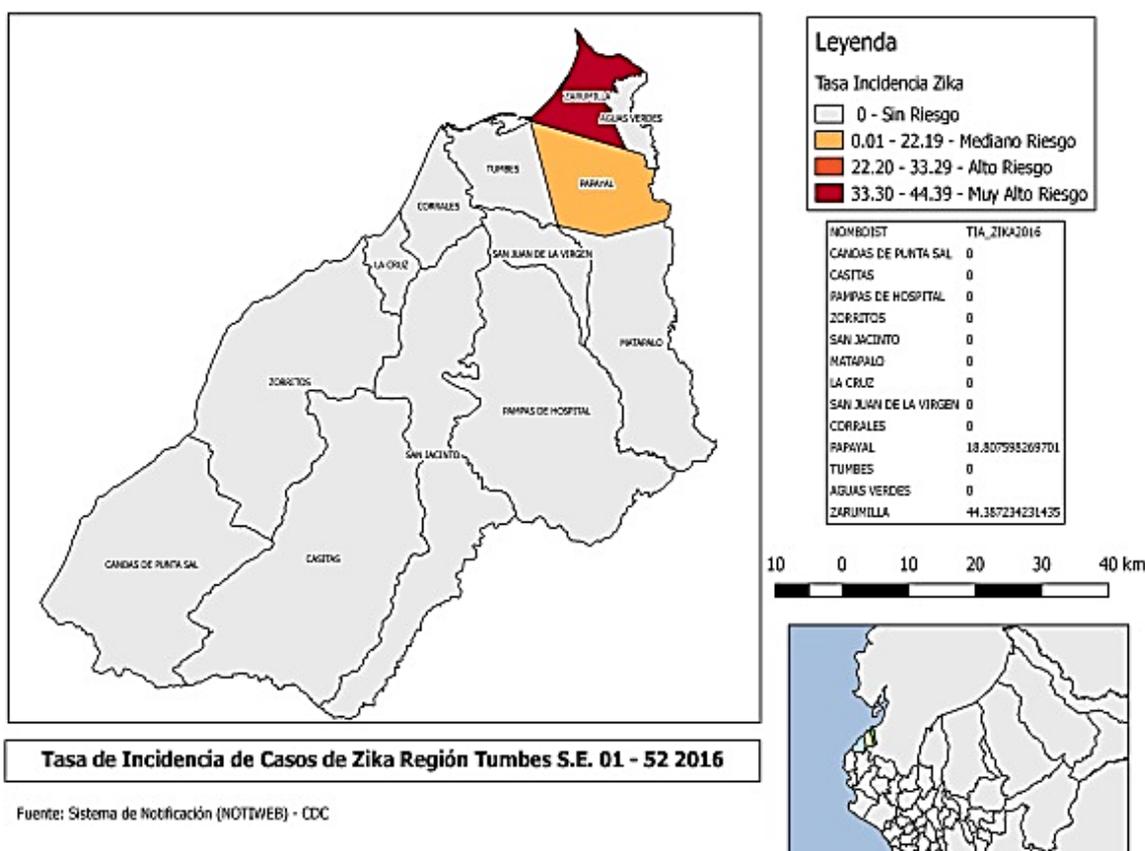
**Figura 2.** Casos de Zika en la Región Tumbes 2017-SE 51 (DIRESA, 2017).

**Tabla 1.** Casos de Zika Región Tumbes (2016-2017, SE 51) (DIRESA, 2017)

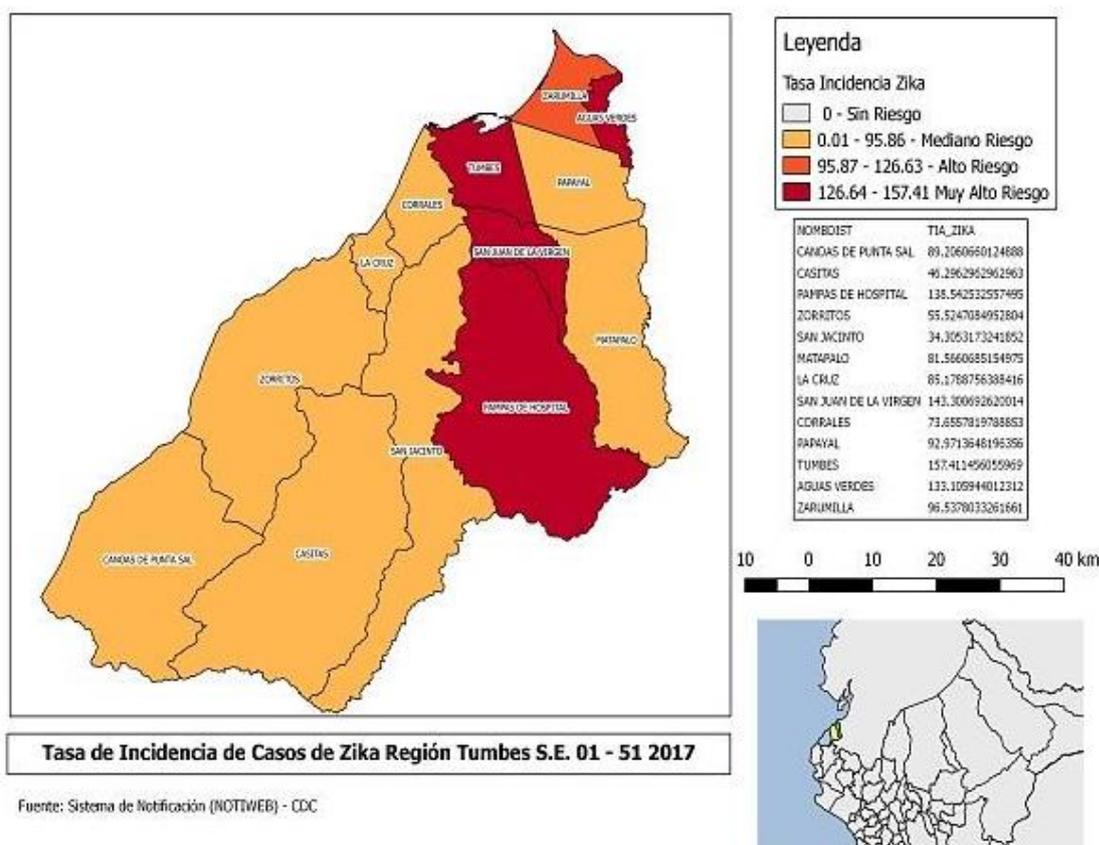
Distrito	2016				2017			
	Confir- mado	Sospe- choso	Tota l	TIA x 100 000	Confir- mado	Sospe- choso	To- tal	TIA x 100 000
Aguas Verdes		1	1	4,21	15	21	36	149,74
Canoas de Punta Sal						6	6	107,05
Casitas						1	1	46,30
Corrales						18	18	73,66
La Cruz						9	9	95,83
Matapalo						2	2	81,57
Pampas del Hospital					1	10	11	152,40
Papayal	1		1	18,81	4	1	5	92,97
San Jacinto						3	3	34,31
San Juan de la Virgen					1	5	6	140,30
Tumbes					21	190	211	184,2
Zarumilla	3	7	10	44,39	15	14	29	127,25
Zorritos					1	11	12	95,19
Total	4	8	12	13,57	58	291	349	143,41

Para el año 2017 la tendencia de los casos es al incremento hasta la SE 28, mostrando luego oscilaciones en el reporte de casos con tendencia a la disminución. Coincidentemente el último caso confirmado por laboratorio corres-

ponde a la SE 28. El retraso en la entrega de resultados por parte del Instituto Nacional de Salud (INS) dificulta la confirmación de los casos y retrasa las intervenciones oportunas.



(a) Mapa de Incidencia de Zika Región Tumbes año 2016 SE 52



(b) Mapa de Incidencia de Zika Región Tumbes año 2017 SE 51

**Figura 3.** Mapa de Incidencia de Zika Región Tumbes años 2016 SE 52 y año 2017 SE 51 (DIRESA, 2017).

Los distritos que más casos registraron hasta la SE 51-2017 son al mismo tiempo los que evidencian las mayores tasas (Tumbes TIA 184,52 x 100 mil habitan-

tes; Pampas de Hospital TIA 152,40 x 100 mil habitantes; Aguas Verdes TIA: 149,74 x 100 mil habitantes) (Figura 3, Tabla 2).

**Tabla 2.** Casos de Zika Región Tumbes, 2017 (SE 51) (DIRESA, 2017)

Distrito	2017			
	Confirmado	Sospechoso	Total	TIA X 100 000
Aguas Verdes	15	21	36	149,74
Canoas de Punta Sal		6	6	107,05
Casitas		1	1	46,30
Corrales		18	18	73,66
La Cruz		9	9	95,83
Matapalo		2	2	81,57
Pampas del Hospital	1	10	11	152,40
Papayal	4	1	5	92,97
San Jacinto		3	3	34,31
San Juan de la Virgen	1	5	6	143,30
Tumbes	21	190	211	184,52
Zarumilla	15	14	29	127,25
Zorritos	1	11	12	95,19
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>291</b>	<b>349</b>	<b>143,41</b>

Los 13 distritos reportan casos de Zika (100% de la Región presenta transmisión de Zika). En la Región Tumbes hasta la SE 51-2017 se han reportado 349 casos de Zika de los cuales 291 casos (83,38%) han sido sospechosos y 58 casos (16,62%) han sido confirmados (Tabla 3).

**Tabla 3.** Casos de Zika Región Tumbes año 2017-SE 51 (DIRESA, 2017)

Casos de Zika	Frecuencia	%
Confirmado	58	16,6
Sospechoso	291	83,4
Total	349	100,0

Los 58 casos han sido confirmados por el Instituto Nacional de Salud, de estos se confirman 16 casos en gestantes (27,59%). A la fecha se han reportado adicionalmente 34 casos sospechosos en gestantes los que están a la espera de resultados de laboratorio (promedio de

espera para resultados de laboratorio mayor a dos meses).

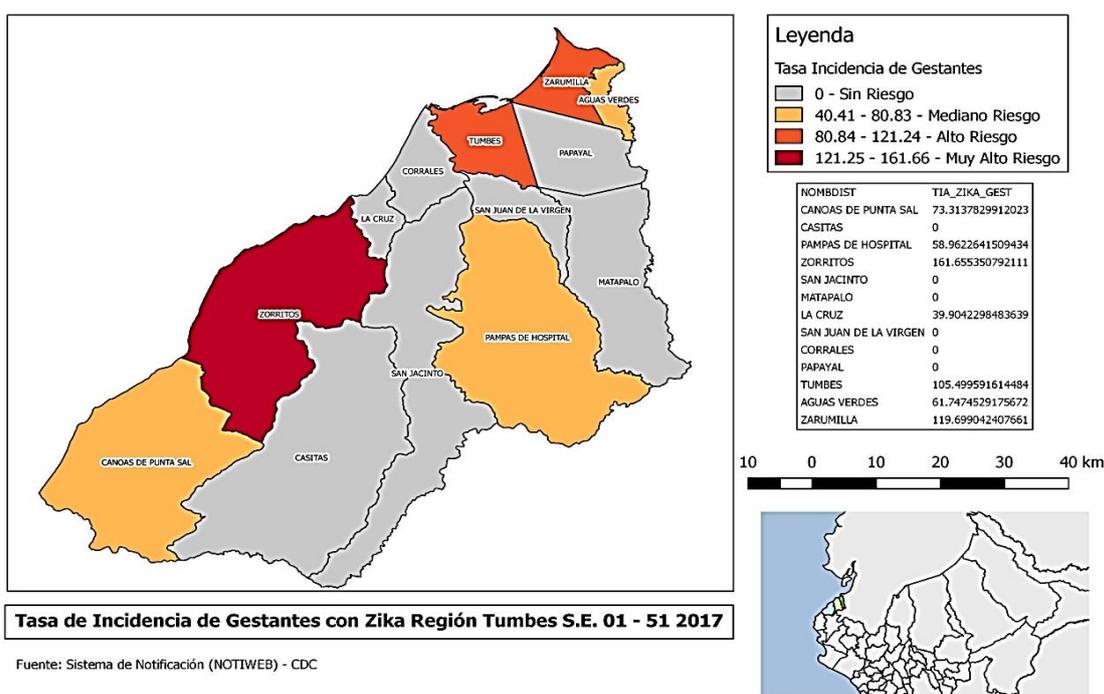
En relación a las gestantes, del total de casos notificados, 14,12% (50) corresponden a ellas, siendo 16 casos confirmados por laboratorio (RT-PCR) y 34 casos sospechosos (Tabla 4).

Si se estiman tasas de incidencia (casos/100 mil habitantes) considerando poblaciones de referencia oficiales, del INEI (Instituto nacional de Estadística e Informática), para población general y para la de gestantes, usando como denominador en este caso la población femenina (MEF de 15 a 49 años), se puede apreciar que la tasa de incidencia en gestantes podría ser 0,70 la de la población general. Si esta comparación la hacemos con la tasa de incidencia de gestantes según gestantes esperadas para el año 2017 la tasa de incidencia de gestantes podría ser 8 veces la de la población general (Fig. 4).

**Tabla 4.** Casos de Zika, según Tipo de Población, Región Tumbes año 2017 (DIRESA, 2017)

Casos de Zika	Confirmado	Sospechoso	Total	TIA X 100 000	Razón de tasas
Población General	42	257	299 *	122,86	
Gestantes	16	34	50 **	79,77	0,65
Total	58	291	349	933,71	7,60

\*MEF 15 a 49 años de edad. \*\*Gestantes esperadas.



**Figura 4.** Mapa de Incidencia de Zika en Gestantes, Región Tumbes año 2017 SE 51 (DIRESA, 2017).

Las gestantes con diagnóstico de Zika (confirmado o sospechoso) provienen en su mayoría (62%) del distrito de Tumbes, seguido del distrito de Zarumilla 14%) (Figura 5, Tabla 5).

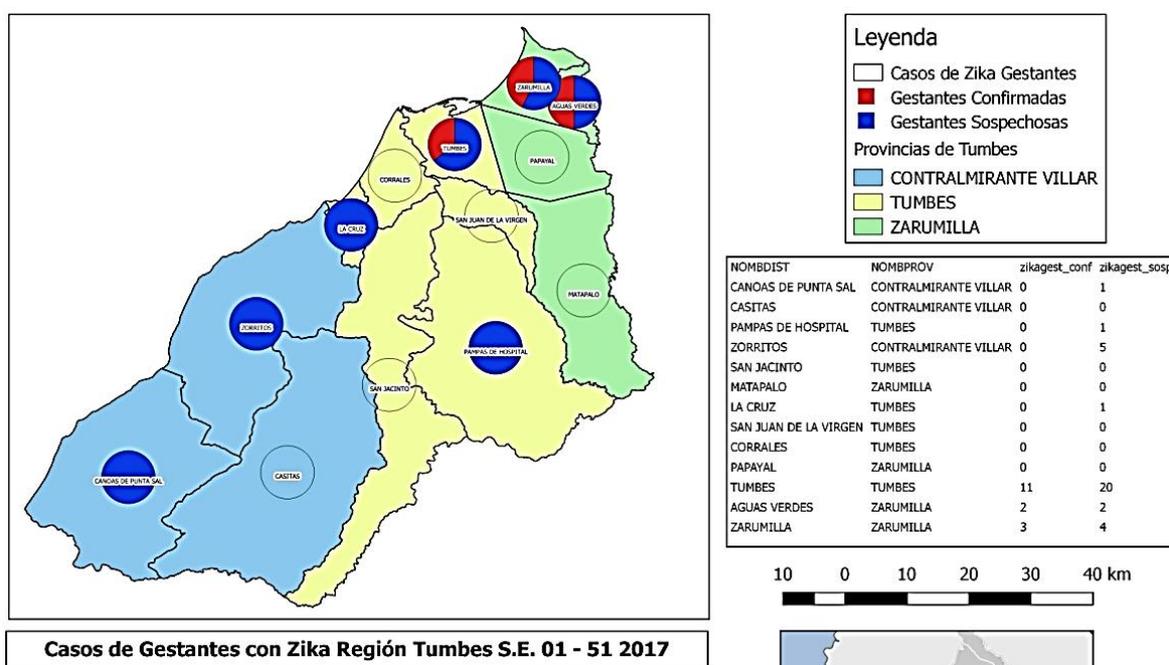
Se muestra la localización de los casos de Zika confirmados en gestantes (DIRESA, 2017). En los casos del Distrito de Tumbes puede observarse la cercanía de los casos entre sí y la secuencia en su aparición.

Las gestantes con diagnóstico confirmado de Zika han presentado los sínto-

mas de la enfermedad en su gran mayoría en el II trimestre de gestación (75%). Las mujeres representan el grupo más afectado con Zika (62,8%). Al realizar el análisis inferencial se encuentra que existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos ( $p < 0,05$ ). El tipo de labor que realizan, que es más doméstico, puede ser un factor favorecedor para el vector transmisor y el mayor número de casos en mujeres (transmisión intradomiciliaria) (Figura 6).

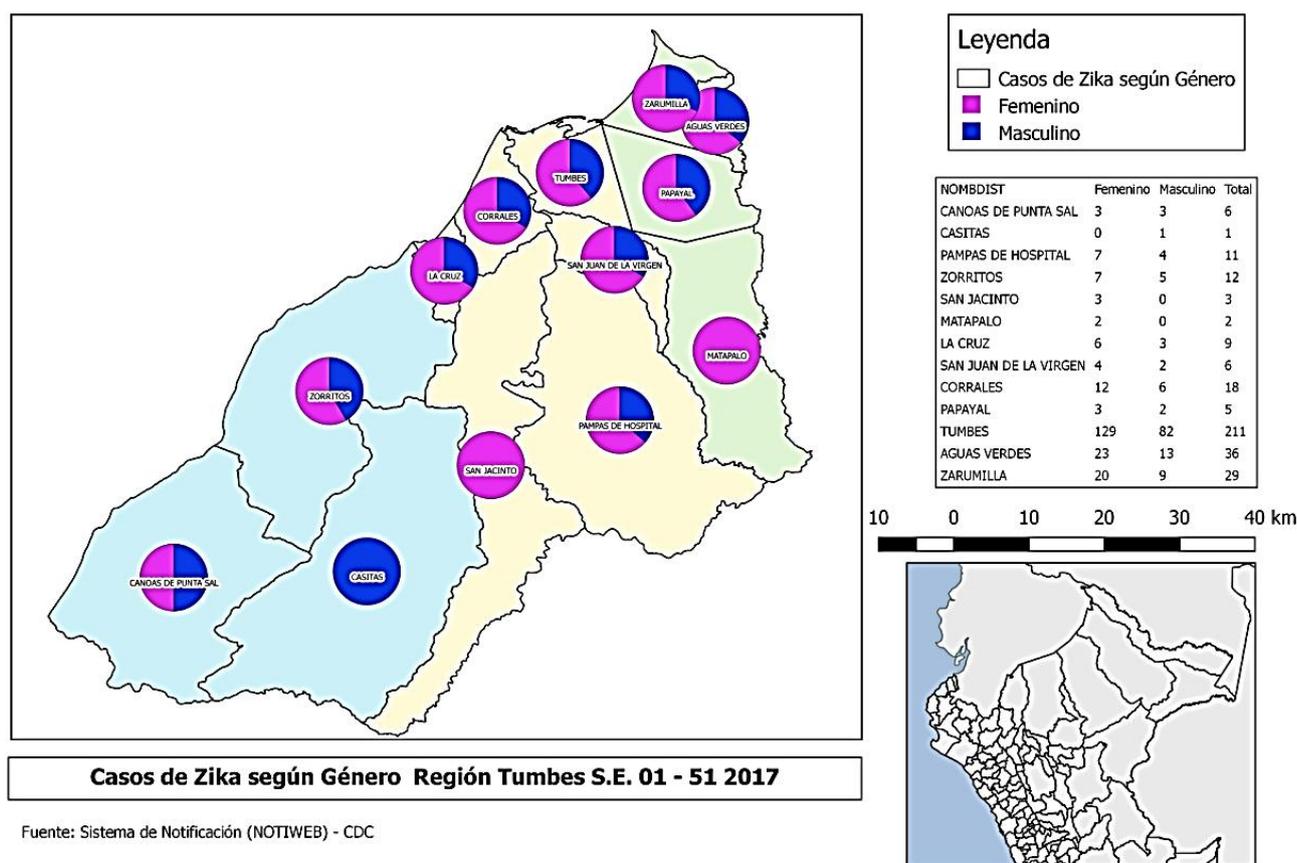
**Tabla 5.** Casos de Zika en Gestantes (confirmados y sospechosos) según distrito de procedencia, SE 51 51 (DIRESA, 2017)

Distrito	Confirmados	Sospechosos	Total	%
Aguas Verdes	2	2	4	8,0
Canoas de Punta Sal	0	1	1	2,0
La Cruz	0	1	1	2,0
Pampas del Hospital	0	1	1	2,0
Tumbes	11	20	31	62,0
Zarumilla	3	4	7	14,0
Zorritos	0	5	5	10,0
Total	16	34	50	100



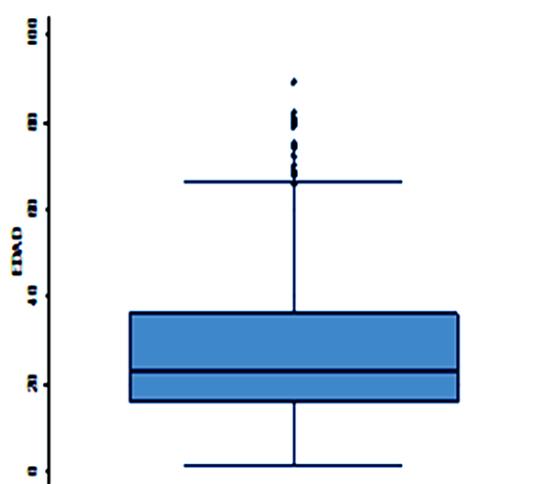
Fuente: Sistema de Notificación (NOTIWEB) - CDC

**Figura 5.** Mapa de Casos de Zika en Gestantes, Región Tumbes año 2017 SE 51 51 (DIRESA, 2017).



**Figura 6.** Mapa de Casos de Zika según Género, Región Tumbes año 2017 SE 51.

La mediana de la edad para los casos de Zika es de 23 años. El 50% de los pacientes con Zika se encuentran entre 16 y 36 años, con un rango intercuartílico de 20 años (Figura 7).



**Figura 7.** Edad de los Casos de Zika, Región Tumbes año 2017-SE 51 (DIRESA, 2017).

El grupo de edad más afectado han sido los jóvenes y los adultos (32.95% y 28.37%, respectivamente) (Tabla 6).

**Tabla 6.** Casos de Zika según Etapa de Vida, Región Tumbes año 2017-SE 51 (DIRESA, 2017)

Casos de Zika	Frecuencia	%
Neonato	11	3,15%
< 1 año	5	1,43%
Niño	55	15,76%
Adolescente	34	9,74%
Joven	115	32,95%
Adulto	99	28,37%
Adulto Mayor	30	8,60%
Total	349	100,00%

Contrario a los otros dos eventos causados por arbovirosis en la Región Tumbes, no se ha reportado hasta la fecha ningún caso de defunción por Zika.

## Discusión

La aplicación de herramientas de análisis geoespacial ha permitido en base a la información estadística del Zika en la Región Tumbes presentar la información de manera clara en gráficos de mapas de casos y tendencias. El análisis resultante permite ubicar las zonas de mayor riesgo y orientar las estrategias intervenir en su control. Estos gráficos pueden ser comprendidos de manera fácil y rápida por quienes tengan que tomar las decisiones.

La Región Tumbes ocupa el tercer lugar en notificación de casos de Zika, después de las regiones Ica y Loreto acumulando entre las tres regiones el 92,7% de los casos a nivel nacional (CDC, 2017). La Región Tumbes es una zona de frontera con altas tasas de migración, según datos del INEI el Centro Binacional de Atención en Frontera-CEBAF - Tumbes presentó durante el año 2015 el 5,1%, de las migraciones a nivel nacional (INEI, 2015), condición favorable para la transmisión de la enfermedad, con flujo de personas que provienen del Ecuador, Colombia y países de Centro América principalmente, donde la enfermedad ha sido notificada desde el año 2014. Adicionalmente la Región Tumbes presenta condiciones epidemiológicas idóneas, como la presencia y persistencia del vector, abastecimiento de agua potable intradomiciliaria no continua (deficiencia en el servicio de agua segura) y su deficiente condición de almacenamiento intradomiciliaria, condiciones climáticas, falta de insumos de control vectorial, persistencia del vector, escasa colaboración de la población entre otras (Tumbes, 2017), que han facilitado que se inicie la transmisión autóctona y con ello una epidemia que desde el año 2016 (SE 10) hasta la SE 51 del año 2017 ha producido 349 casos, 58 confirmados por laboratorio procedentes de 07 distritos y 291 casos sospechosos procedentes de los 13 distritos de la Región. Por las características de la enfermedad existe un alto porcentaje de asintomáticos u oligosintomáticos que no

están registrados en el sistema de notificación, pero que mantienen activa la circulación del virus.

La situación es bastante complicada, ya que tenemos una enfermedad transmitida por un virus que comparte su forma de transmisión vectorial con chikungunya y dengue, y con ello entonces las dificultades de su prevención y control en asociación con los factores ya mencionados. Antes de la llegada del chikungunya y Zika, el dengue ya era un grave problema de salud pública para la Región Tumbes y aún lo continúa siendo. En adición se añade el problema de la dispersión del vector en todos los distritos de la Región Tumbes, con distritos de mayor riesgo de transmisión, así como la falta de inmunidad de la población por tratarse de una enfermedad recientemente detectada. Al igual que en el dengue no se cuentan con fármacos antivirales y vacunas efectivas disponibles para Zika (OPS, 2017a).

En América Latina, los primeros meses del 2016 se reportaron casos de microcefalia, que poco después se demostró estaba causado por el virus zika. Inicialmente su transmisión fue caracterizada como vectorial, para luego encontrarse evidencias de transmisión sexual. En la Región Tumbes en lo que va del año 2017 se han registrado 50 casos de Zika en gestantes (34 sospechosos y 16 confirmados), de las cuales 13 ya están en calidad de púerperas. De este número de gestantes, el 75% se contagiaron en el II trimestre de gestación, lo que podría acarrear posteriores manifestaciones en los productos de la gestación (CDC, 2016). Aunque hasta el momento no se ha registrado complicaciones en los recién nacidos, no se descarta que estas se puedan presentar a futuro. Se desconocen el número de gestantes que podrían ser asintomáticas u oligosintomáticas pero que las estadísticas proyectan serían 08 veces más que en la población general.

Se debe tener presente que los 3 arbovirus están circulando simultáneamente en la Región Tumbes, y que pueden además producirse coinfecciones entre estos, dengue-chikungunya, dengue-Zika, chikungunya-Zika o incluso dengue-chikungunya-Zika. La alta tasa de infección puede generar una presión alta muy rápidamente sobre los sistemas de salud, sobre todo teniendo en cuenta la débil capacidad de respuesta en la mayoría de establecimientos de nuestra región (MINSA, 2016b). Si bien, de las 3 enfermedades, Zika es la que menor frecuencia de complicaciones produce, podría haber casos en los cuales no necesariamente la infección sea leve y

pueda estar asociada con comorbilidades y otros factores de riesgo que podría hacer evolucionar en forma diferente la infección, lo cual debe ser investigado en detalle; existen reportes de otros países en los que Zika ha ocasionado muertes (OPS, 2017b).

Las necesidades que plantea la infección por virus Zika son de gran alcance y requieren un abordaje urgente. Se deben sumar esfuerzos en la lucha contra una arbovirosis emergente que ha demostrado tener mayor impacto que el esperado inicialmente por la mayoría de las autoridades de salud pública a nivel mundial y nacional.

### Conclusiones

Las herramientas de análisis geoespacial se presentan como un instrumento clave en el análisis de la distribución de enfermedades para ubicar las zonas de mayor riesgo y orientar las estrategias

públicas. La utilización de mapas para la representación y el análisis de la información es importante para el análisis epidemiológico de cualquier daño o enfermedad.

### Agradecimientos

A la Dirección Regional de Salud Tumbes y en especial a la Dirección Ejecutiva de Epidemiología por facilitar la información que dio lugar a este trabajo

de investigación. Al personal que realiza vigilancia epidemiológica por su trabajo esforzado que permite la generación de información.

**Conflicto de Interés:** Algunos autores del artículo son trabajadores de la Dirección Regional de Salud.

### Referencias bibliográficas

- CDC. 2016. Protocolo Sanitario de Urgencia para la Vigilancia y Seguimiento de Gestantes con Sospecha o Confirmación de Infección por Virus Zika. Psu 015/Minsa/Dvmsp/Cdc. Lima, Lima, Perú: Minsa.
- CDC. 2017. Sala Situacional SE 46. LIMA: CDC MINSA.
- INEI. 2015. Evolución el Movimiento Migratorio Peruano Informe Técnico 04-ABRIL 2015. LIMA: INEI.
- Ojeda, L.T. 2016. CIT2016 – XII Congreso de Ingeniería del Transporte. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90930/4125-9264-1-PB.pdf?sequence=1>
- MINSA. 2016a. MINSA PERÚ. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/portada/especiales/2016/zika/index.asp>
- MINSA. 2016b. Plan nacional de preparación y respuesta frente a la enfermedad por el virus zika . Documento técnico. Lima, lima, Perú: minsa.
- MINSA. 2016c. Norma Técnica de Salud para la Vigilancia Epidemiológica y Diagnóstico de Laboratorio de Dengue, Chikungunya, Zika y otras Arbovirosis en el Perú . Lima: MINSA.
- OPS. 2017a. Zika. Zika-Actualización Epidemiológica Regional de las Américas. OPS.
- OPS. 2017b. Enfermedad por el virus Zika. Disponible en:

- <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/es/>
- Solano, E. 2016. Herramientas Geoespaciales y Técnicas de Optimización para Mejorar el Acceso Geográfico a Servicios de Salud en el Departamento de Cusco-Perú. Tesis de Maestría. Cusco, Perú.
- DIRESA. 2017. Dirección Ejecutiva de Epidemiología - DIRESA Tumbes.
- TYC GIS Formación. 2017. Cursos GIS. Disponible en: <http://www.cursosgis.com/ventajas-de-utilizar-qgis/>.