

---

## Artículos

### Análisis de temperatura, ventilación y materiales constructivos que promueven contagio de Covid-19 en viviendas sociales



### Analysis of temperature, ventilation and construction materials that promote contagion of Covid-19 in social housing

---

 **Erasmus José Aguilar-Arriola**  
Investigador Independiente, Nicaragua  
ark.joe07@gmail.com

 **Benjamín Antonio Rosales-Rivera**  
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua  
brosales@dacia.uni.edu.ni

 **Ana José Aguilar-Arriola**  
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua  
ana.aguilar@dacia.uni.edu.ni

**Revista Arquitectura +**  
vol. 9, núm. 18, p. 136 - 162, 2024  
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua  
ISSN-E: 2518-2943  
Periodicidad: Semestral  
rvarqui.mas@farq.uni.edu.ni

Recepción: 26 abril 2024  
Aprobación: 12 noviembre 2024

DOI: <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v9i18.19080>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/529/5295210009/>

**Resumen:** El estudio refleja cómo la pandemia afectó una muestra de la población de Managua, que es el Reparto San Antonio, localizado en el Distrito II-Managua. En este sector se ubica un proyecto de viviendas de interés social (VIS) lo que genera un contraste con los otros tipos de viviendas aledañas. Ahí las condiciones urbanísticas y climáticas, como la proximidad al Lago de Managua y a vías vehiculares, influyen en el confort térmico y la ventilación, factores clave para la propagación y control del virus. El análisis destaca que las áreas con mayor densificación, menor ventilación y temperaturas más altas, típicas de proyectos VIS, experimentaron mayores tasas de contagio, en comparación con otras zonas como San Antonio. Las temperaturas son altas, aunque los rangos no son homogéneos a pesar de ser un área urbana no tan amplia. Se destacan los resultados de la variable “ventilación”, contrastados con estudios afines, reconociendo que la ventilación natural, la cantidad de áreas verdes y el uso de materiales constructivos adecuados son esenciales para mitigar los efectos de la pandemia y otras emergencias sanitarias. Aunque la mayoría de los residentes cumplió con la cuarentena, las limitaciones en la calidad de las viviendas afectaron las condiciones de aislamiento, reflejando la importancia de mejorar las condiciones climáticas y la infraestructura habitacional para enfrentar futuras amenazas de salud pública.

**Palabras clave:** Áreas-verdes, Managua, San-Antonio, viento, vivienda-de-interés-social.

**Abstract:** The study reflects how the pandemic affected a sample of the population in Managua, specifically the Reparto San Antonio located in District II-Managua. This sector includes a social housing (VIS) project, creating a contrast with the surrounding types of housing. Here, urban and climatic conditions, such as the proximity to Lake Managua and busy roads, influence thermal comfort and ventilation—key factors in the spread and control of the virus. The analysis highlights that areas with higher density, poorer ventilation, and higher temperatures, typical of VIS projects, experienced higher

infection rates compared to other zones like San Antonio. Despite being a relatively small urban area, temperature ranges are not homogeneous. The study emphasizes the importance of natural ventilation, green spaces, and appropriate building materials in mitigating the effects of the pandemic and other health emergencies. Although most residents complied with quarantine measures, limitations in housing quality affected isolation conditions, highlighting the need to improve climatic conditions and housing infrastructure to face future public health threats.

**Keywords:** Green-areas, Managua, social-housing, San-Antonio, wind.

## INTRODUCCIÓN

El primer brote de la pandemia se originó en China y se extendió por toda Asia. Sin embargo, las estrictas medidas de contención adoptadas en varios países lograron frenar la propagación masiva. En Europa, los primeros casos, que fueron importados, se expandieron rápidamente hasta llegar a miles de pacientes, convirtiendo al continente en el epicentro mundial de la pandemia antes de que la transmisión masiva alcanzara a América. A finales de marzo, Estados Unidos se posicionó como el país con el mayor número de casos, superando los 5 millones. En América Latina, el primer caso se registró en Brasil el 26 de febrero del 2020, y la primera muerte ocurrió en Argentina el 7 de marzo. Para el 6 de abril de 2020, Latinoamérica acumulaba más de 27,000 casos confirmados y cerca de 900 fallecidos, siendo Brasil el país más afectado (Carvajal et al., 2020).

En los últimos años, una serie de estudios epidemiológicos han demostrado que la exposición a la contaminación del aire está asociada con varios resultados adversos, como infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón, entre otras enfermedades graves. Los contaminantes del aire como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono, material particulado (MP), ozono y compuestos orgánicos volátiles (COV) se encuentran comúnmente en niveles altos en las grandes ciudades y/o en las cercanías de diferentes industrias químicas (Maquez & Domingo, 2020). Diferentes estudios reflejan que los factores climáticos, junto con los demográficos y la movilidad, jugaron un papel importante en la expansión de la pandemia los territorios, conforme sus características particulares.

Los espacios públicos tienen un papel estratégico en la salud frente a las dinámicas urbanas que se observan cada vez con más intensidad: las ciudades crecen y se densifican; el crecimiento de la mancha urbana aleja las zonas rurales y de esparcimiento; el incremento de las temperaturas agudiza el efecto de islas de calor; los cambios en las estructuras familiares devienen en cambios de tipologías de vivienda (Giambiagi & García, 2022). En este sentido, el diseño urbano debe incluir en la actualidad criterios de planificación que den respuestas a las particularidades de los territorios, partiendo desde la escala municipal y así hasta las áreas más pequeñas, que se ven acentuadas con los proyectos de desarrollo habitacional como principal unidad de las manchas de crecimiento nacional (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres [CD-SINAPRED], 2019).

La población de Nicaragua se vio golpeada por los efectos de la pandemia desde el 2020, la cual golpeo principalmente las ciudades con mayor densidad de población. Managua al ser la ciudad capital y que agrupa las principales actividades comerciales, educativas e institucionales, concentra un gran número de pobladores en sus 7 distritos, lo que genera un gran movimiento de personas y mayor demanda de nuevos proyectos habitacionales, muchos de los cuales son de tipo social. El sector estudiado forma parte del Distrito II, uno de los más antiguos de la ciudad, y de igual manera al reparto San Antonio, un sitio que luego del terremoto mantuvo espacios vacíos a su alrededor y que en la segunda mitad de la década del 2000 se implementaron este tipo de proyectos de “Vivienda de Interés Social – VIS”.

La Vivienda de Interés Social forma parte de los programas que se han venido desarrollando en las últimas décadas como estrategias estatales para brindar oportunidades al sector de la población con menor poder adquisitivo, siendo que estos proyectos son más accesibles. Sin embargo, por sus características constructivas y funcionales, generan al mismo tiempo ciertas vulnerabilidades (algunas vinculadas al confort térmico). El sector de estudio tiene ciertas condicionantes climáticas aportadas por la cercanía con el Lago de Managua, y también con una de las vías vehiculares más importantes y transitadas de la ciudad, que se tienen influencia en la propagación y vida del virus SARS-Cov-2 o popularmente conocido como Covid-19.

## METODOLOGÍA

### OBJETO Y MÉTODOS

En Nicaragua la vivienda social popularmente conocida como “Vivienda de interés Social”, se enfoca como la primera opción para los grupos con menor poder adquisitivo. No es extraño por tanto, que Managua con mayor población y aglomeración de actividades también sea el territorio donde se promueven más cantidad de proyectos habitacionales.

Durante el período de mayor contagio de la pandemia (2020-2021), aunque se optó por teletrabajo y se permitió flexibilidad en horarios regulares para mitigar el efecto en todo el país, los niveles de contagios seguían constantes y en algunos sitios hasta en aumento. Desde la universidad el panorama no fue diferente, y esto generó la cuestión objeto de esta investigación, al comprobar que muchos de los estudiantes universitarios aún en el aislamiento y aplicando las medidas de bioseguridad orientadas por las autoridades sanitarias, sufrieron de contagios (ellos o sus familiares), lo que indicó que el virus se seguía transmitiendo o permaneciendo en el medio urbano y llegando a las viviendas aún al disminuir el contacto y socialización de grupos.

De ahí el desarrollo de este trabajo de tipo exploratorio, para el cual se aplicaron los métodos siguientes:

**Método topológico:** centrándonos en la relación espacial entre los objetos geográficos (viviendas, manzanas, áreas verdes). A partir de reconocer las relaciones como la conectividad, la contigüidad y la vecindad para organizar y analizar los datos geográficos y conexiones tanto sociales como ambientales (viento, temperatura, humedad).

**Método estadístico:** se utilizó para analizar la distribución espacial de los datos climáticos y para identificar patrones y tendencias en los mismos. Incluye técnicas como el análisis de densidad de puntos, el análisis de clústeres espaciales y la regresión espacial. Además, se utilizó para el procesamiento de información de las encuestas aplicadas en el sector (186 personas) en los dos modelos de vivienda; residencial de San Antonio de 2 pisos y la Vivienda de Interés Social -VIS. Se aplicó estadística descriptiva por medio de análisis y resumen a partir de un conjunto de datos derivados de una muestra, recurriendo para su procesamiento a Medidas de tendencia central (media) y Medidas de dispersión (rangos máximo y mínimo).

**Método sistémico:** principalmente retomado en el análisis, basado en la teoría de sistemas y los elementos del sistema que se interconectan o son interdependientes entre sí (componente construido, componente físico natural), a partir de la asignación de datos o porcentajes obtenidos en campo por medio de visitas, encuestas y observación directa.

### LA MUESTRA

La muestra para este estudio se seleccionó en el Distrito 2 de Managua, sector del reparto San Antonio e inmediaciones (extensión de 30 manzanas, aproximadamente 0.14 km<sup>2</sup>). Esta es una zona de importancia en la ciudad por su valor histórico y que también ha sido modificada con proyectos de VIS en las últimas décadas, en zonas que habían sido destinadas a reserva después del terremoto de 1972 (ver Figura 1).



Figura 1  
Reparto San Antonio y sus inmediaciones.  
Nota. Adaptado de Google Earth, 2024. De dominio público.

En el sector, las viviendas estudiadas se clasifican en 3 tipos de edificios predominantes, la vivienda mínima, la vivienda de dos pisos y viviendas multifamiliares de cuatro pisos. Este estudio se enfocó en los primeros dos modelos (Ver Figura 2).



Figura 2  
Viviendas en el sector de estudio: VIS (izq.) y San Antonio (der.).

## VARIABLES Y DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad ya se han escrito muchos artículos acerca del SARS-Cov-2 o Covid-19, y dependiendo del enfoque, este puede ser estudiado considerando múltiples enfoques y variables. Para efectos de esta investigación, se consideraron 3 variables de análisis que se consideran tienen una función primordial en la funcionalidad de la vivienda:

**Temperatura:** siendo este el principal criterio, se toman en consideración indicadores como la cantidad de áreas verdes (dentro del lote o a sus alrededores), el clima propio del sector y las posibles relaciones entre estos. Es claramente conocido que, a mayor cantidad de áreas verdes, las temperaturas se vuelven más frescas.

Aunque la relación entre el clima y la actividad del virus no está completamente establecida, algunos estudios preliminares sugieren que la presencia del virus puede disminuir en condiciones de mayor temperatura y humedad relativa. Garantizar una cantidad mínima de masa verde: áreas verdes, cobertura vegetal, porcentaje de áreas de absorción por parcela, pavimentos permeables es una de las principales estrategias para mejorar las condiciones locales (Giambiagi & García, 2022).

- **Ventilación:** es bien sabido que uno de los criterios más importantes considerados en el diseño arquitectónico es la ventilación, y para la tipología habitacional siempre se procura la mayor eficiencia y aprovechamiento respecto a la “Ventilación natural”. Para este análisis se consideraron indicadores como el tipo de ventanas y porcentaje establecido para la VIS, la ubicación de edificios, configuración de las manzanas donde se ubican las viviendas y el viento (velocidad y procedencia). Estos elementos afectan la circulación del aire, la dispersión de contaminantes y la distribución de la radiación solar dentro de un entorno urbano.

- **Materiales constructivos:** el tipo de materiales que se utilizan en los edificios, además de cumplir funciones estéticas, también funcionan como elementos de limpieza y pulcritud. Se comprobó que el virus tiene comportamientos (tiempo de vida) que varían en dependencia de los diferentes materiales.

El trabajo de campo se dividió en dos momentos:

- **Levantamiento de datos de la percepción de los habitantes mediante aplicación de encuesta:** En el período del 10 al 12 de julio del 2023 se realizaron encuestas a habitantes de viviendas del sector estudiado (VIS y vivienda de San Antonio), habiendo encuestado a 186 personas en su mayoría mayores de 21 años (94%), de sexo femenino (66%).

- **Levantamiento de datos climáticos:** Durante la primera semana de abril 2024 se tomaron datos en campo (23) utilizando la estación meteorológica “Vantage Vue” de Davis Instruments, relacionados con las variables de temperatura y velocidad del viento, en período entre las 9:30 – 11:00 am, momento que es considerado con mayor calor por la incidencia solar. Los tiempos aplicados fueron de 10 minutos de recopilación, cumpliendo los requerimientos normados para estos tipos de estudios (International Organization for Standardization, 2011), que sugieren lo siguiente:

**Medición de la temperatura del aire:** La norma específica que las mediciones de la temperatura del aire deben realizarse durante un período de tiempo suficiente para garantizar la representatividad de los datos. Por lo general, se recomienda medir la temperatura del aire durante al menos 5 minutos en cada ubicación.

**Medición de la velocidad del aire:** Para medir la velocidad del aire, se requiere un período de tiempo suficiente para permitir que el flujo de aire se estabilice. La norma sugiere que las mediciones de la velocidad del aire se realicen durante al menos 2 minutos en cada punto de medición.

## DESARROLLO

### El Covid 19 y su impacto en Latinoamérica

En diciembre de 2019 fueron reportados una serie de casos de pacientes hospitalizados con una enfermedad nueva caracterizada por neumonía e insuficiencia respiratoria, a causa de un nuevo coronavirus (SARS-Cov-2), en Wuhan provincia de Hubei, China. El 11 de febrero de 2020, la Organización mundial de la salud nombró este agente etiológico como COVID-19. Posteriormente la enfermedad continuó avanzando hasta afectar al resto de los países de Asia, Medio Oriente y Europa. El 11 de marzo, el virus fue declarado como una pandemia global por el director general de la Organización Mundial de la Salud (Ferrer R., 2020).

El virus tiene un periodo de incubación que se estima en un rango que oscila entre 4 a 5.1 días (característica similar al SARS-CoV y el MERS-CoV). Los principales síntomas que se presentan en los contagiados incluyen como más frecuentes; fiebre, tos seca y malestar general, síntomas gastrointestinales como diarrea y neurológicos como cefalea. Entre los factores de riesgo de la evolución al espectro severo de la COVID-19 se destacan (Sánchez et al., 2021):

- Enfermedad cardiovascular.
- Diabetes mellitus.
- Hipertensión.
- Enfermedad pulmonar crónica.
- Cáncer.
- Enfermedad renal crónica.
- Obesidad.
- Tabaquismo.

En Latinoamérica, para junio 2021, los países con mayor número de casos confirmados, en orden descendente, a Brasil (13.100.580), Colombia (2.468.236), Argentina (2.428.029), México (2.256.509) y Perú (1.590.209); en cambio, los decesos son mayores en Brasil (336.947), México (204.985), Colombia (64.524), Argentina (56.634) y Perú (53.138). Por otro lado, el índice de letalidad de los países latinoamericanos es mayor en México (9 %), Ecuador (5 %) y Bolivia (4 %). La mayor prevalencia de la infección por el virus SARS-CoV-2 ocurre en el género masculino (50,1 %), comparada con el género femenino (49,9 %). En la población masculina prevalece entre los 0 y los 14 años de edad, y en los mayores de 55 años; mientras que en la población femenina prevalece entre los 15 y los 54 años. De estas cifras, la población en mayor riesgo es aquella que se encuentra entre los 20 y los 64 años, con un pico máximo entre los 25 y los 55 años, que es la población económicamente activa (Wong Chew & Morales Fernández, 2021).

#### **Permanencia del virus en materiales constructivos y cotidianos**

Según el tipo de superficie, el virus puede sobrevivir desde horas hasta varios días. Sin embargo, la cantidad de virus viable presente normalmente cae drásticamente en las primeras horas (Basado en la Ciencia, 2021) .

El coronavirus, incluido el que causa COVID-19, puede sobrevivir en diversas superficies cotidianas. Puede durar hasta 5 días en metal (pomos, joyería, cubiertos), vidrio (vasos, espejos, ventanas) y cerámica (platos, artículos de cerámica). En madera (muebles, tablonés), sobrevive hasta 4 días. En plásticos (envases de leche, mochilas) y acero inoxidable (refrigeradoras, ollas), dura de 2 a 3 días. En cartón (cajas para envíos), el virus persiste 24 horas, en cobre (monedas, teteras) 4 horas, y en aluminio (latas de gaseosas, papel aluminio) de 2 a 8 horas. En papel (correo, periódico), puede durar desde minutos hasta 5 días, mientras que en telas (ropa, ropa de cama), probablemente no sobreviva tanto como en superficies duras (Watson & Brennan Dan, 2022) .

El SARS-CoV-2 se mantiene bastante estable sobre superficies de plástico y acero inoxidable, pudiendo mantenerse infeccioso en ambas superficies en torno a 3-4 días. También los vidrios y cerámicos han manifestado unos tiempos de supervivencia similares, 2-4 días y 3 días, respectivamente, aunque en el caso del material cerámico el ensayo se realizó con el SARS-CoV-1. Por el contrario, el cobre es el material que ha mostrado mejores propiedades viricidas, siendo capaz de eliminar al virus en tan solo 4-8 horas (Llobell Bartret, 2020).

En los estudios realizado por Doremalen (2020), los comportamientos del SARS-CoV-2 y el SARS-CoV-1 en aerosoles fueron bastante similares, con medias de aproximadamente 1.1 a 1.2 horas para el SARS-CoV-2 y de 0.78 a 2.43 horas para el SARS-CoV-1. Ambas también mostraron similitudes en cobre, pero en cartón, la semivida (tiempo requerido para que el virus disminuya a la mitad de su valor original debido a su eliminación o descomposición metabólica), del SARS-CoV-2 fue mayor. La viabilidad más alta de ambos virus se observó en superficies de acero inoxidable y plástico, donde el SARS-CoV-2 tuvo una semivida media de 5.6 horas en acero inoxidable y 6.8 horas en plástico. Las diferencias en las semividas de los dos virus fueron pequeñas, salvo en el cartón, donde el SARS-CoV-2 fue más estable. En plástico y acero inoxidable, el SARS-CoV-2 mostró mayor estabilidad que en cobre y cartón, con virus viable detectado hasta 72 horas después, aunque la cantidad de virus disminuyó significativamente (van Doremalen et al., 2020)

Otro dato relevante del coronavirus es su reacción a los pHs. Estudios recientes reflejan que son más estables en un pH cercano al neutro, comparado con pH más extremos, ya sea ácido o alcalino. El virus mantuvo su capacidad de infección en pH 5, 7 y 9 durante el periodo de 1 hora. A diferencia de otros coronavirus, el SARS-CoV-2 mostró una mayor estabilidad a temperatura ambiente durante una hora en un amplio rango de pH (3-10) (Chin et al., 2020).

A continuación, en la Tabla 1 se presenta una comparativa de los resultados sugeridos por diferentes de la estabilidad del virus en materiales cotidianos y también de uso en la construcción:

Tabla 1  
Estabilidad del virus en materiales cotidianos y de uso en la construcción

Material	Webmd/ Brennan Dan (2022)	The National Academies (2021)	(Llobell Bartret (2020)	Van Doremalen, N. Et Al (2020)	Chin Et Al. (2020)
Metal	5 días	---	---	---	---
Plástico	2-3 días	3 a 7 días	3 a 4 días	3 días	---
Madera	4 días	2 días	---	---	2 días
Acero inoxidable	2-3 días	2 a 7 días	3 a 4 días	2 días	7 días
Aluminio	2-8 horas	---	2 a 8 horas	---	---
Cobre	4 horas	4 horas	4 a 8 horas	Menos de 4 horas	---
Cartón	24 horas	24 horas	---	Menos de 24 horas	---

Papel	Dependiendo, minutos o hasta 5 días	Papel de impresión y papel tisú 3 horas, papel moneda 4 días	---	---	30 min – 3 horas
Tela	---	2 días	---	---	2 días
Vidrio	5 días	4 días	2 a 4 días	---	2 - 4 días
Cerámica	5 días	---	3 días	---	---

Los datos en la tabla sugieren la estabilidad del virus en diferentes materiales, siendo los plásticos y el acero inoxidable en los que se mantiene activo por más tiempo, pasando por períodos intermedios (rangos entre 2 a 4 días) para materiales como madera, vidrio y cerámica. Los materiales en los cuales el virus decae más rápidamente de acuerdo a los estudios son el cobre, el cartón y el aluminio.

Para materiales que contienen cemento, presentan una baja susceptibilidad de ser invadidos por microorganismos debido a su alta alcalinidad, con pHs que rondan los valores 11-13. Con el paso del tiempo, estos van reduciendo su pHs, sin embargo es posible utilizar algunos aditivos que aporten a la durabilidad del efecto biocida sobre la superficie del material. Si bien estos datos ya han sido comprobados con algunos virus, aún no se tienen datos específicos del comportamiento con el SARS-CoV-2, aunque la hipótesis es bastante prometedora (Llobell Bartret, 2020).

Sin el uso de insumos de limpieza de manera frecuente y adecuada, la probabilidad de contagio aumenta. Como se observó en los datos mencionados, la durabilidad latente del SARS-CoV-2 es mayor en plásticos y acero inoxidable, lo que aumenta la vulnerabilidad, al ser estos los componentes de un número importante de objetos de uso cotidiano. Entre los objetos que más se manipulan en las viviendas diariamente se destacan los pomos y manijas de las puertas, las ventanas, los utensilios de alimentación (platos, vaso, tazas, etc.), que están elaborados de los materiales mencionados en esta sección.

#### Caracterización del Distrito II y el sector de San Antonio

En los años 80, se revitalizó el desarrollo del área central de Managua, reconstruyendo edificios y consolidando sedes gubernamentales. Se construyó el Parque Luis Alfonso Velázquez y se revalorizaron antiguas calles y barrios populares para el crecimiento urbano. Sin embargo, la migración hacia la ciudad provocó el surgimiento de asentamientos informales en áreas baldías y comunales, así como la ocupación ilegal de edificios en ruinas. Managua ha sido históricamente vulnerable a embates por eventos naturales, como terremotos e inundaciones, y experimenta un crecimiento demográfico constante. Además, enfrenta fuertes restricciones físico-naturales, incluyendo un alto riesgo sísmico debido a la presencia de múltiples fallas geológicas activas en los últimos 50 mil años (Dirección de Urbanismo, 2000).

Los cambios de gobiernos también influyen en nuevas políticas, de manera que en los noventas se da un impulso de renovación y mejoras, que a su vez abrió puertas a capitales y apoyos económicos, que dinamizaron los diferentes sectores, entre esos el de producción de la vivienda. Esto generó una reorganización político-administrativa de la ciudad de Managua que en un principio de tradujo a nuevos planes de ordenamiento urbano, y más adelante leyes y reglamentos específicos para la temática.

El Distrito II siendo uno de las zonas más tradicionales e históricas de la ciudad, en los años noventa llegó a tener su propio instrumento normativo, el Plan Parcial de Ordenamiento Urbano - Sector Norte-Central que también incluía el Distrito IV de aquella época. Se destacan las características más relevantes como las restricciones físico-naturales por la presencia de fallas geológicas activas, la costa del Lago de Managua, las Zona de Parques Natural de la Loma y Laguna de Tiscapa y la Laguna de Asososca, entre otros. En lo referente a las zonas habitacionales se distingue una “zona mixta de vivienda y servicio que aglutina sitios que combinan actividades habitacionales y de servicios, de tal forma que se produzca una transición entre las zonas de vivienda y los sitios de mayor concentración de actividades a nivel de ciudad, promoviendo la vivienda en altura y la ubicación de los servicios frente a la vialidad principal, y es acá donde se ubica el reparto San Antonio (Dirección de Urbanismo, 2000).

En consonancia a lo antes mencionado, se evidencian momentos de actualización de diferentes planes de desarrollo urbano, algunos muy generales y otros más puntuales de acuerdo a sectores específicos. Así mismo, el tema de la vivienda se convirtió en una constante en la agenda nacional y también de la Alcaldía de Managua, lo cual es coherente con los objetivos del Instituto de la Vivienda Urbana y Rural – INVUR (órgano rector de la vivienda urbana y rural y promotor del fortalecimiento del sector en su totalidad, en todo el territorio nacional) entre los que se destacan (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2002):

- Ser el promotor e impulsor de todos los programas de construcción y mejoramiento de viviendas en el país, incluyendo las facilidades de comercialización masiva de materiales de construcción en general a precios accesibles a los sectores populares.
- Fomentar el ahorro, la inversión nacional y extranjera en el campo habitacional; estimular el funcionamiento de eficientes y sólidos mecanismos de crédito de corto y largo plazo.
- Fomentar el mejoramiento de la situación habitacional y extender las ventajas de una vivienda digna a la mayor parte posible de la población.
- Etcétera.

El reparto San Antonio localizado al este del Distrito II, tiene un área aproximada de 0.14 km<sup>2</sup> (140 000m<sup>2</sup>), y forma parte de los sectores más representativos de la vieja Managua, siendo la mayor parte de su uso habitacional, aunque también incluye equipamientos como son un parque con canchas de baloncesto y una iglesia, ambos en el centro de todo el conjunto. Se encuentra relativamente cerca de la falla sísmica del Estadio, siendo el sector de los más afectados por el terremoto de 1972. Durante muchas décadas posteriores al terremoto, varias manzanas alrededor permanecieron baldías, formando parte de las áreas verdes o incluso vialidad de la carretera norte que atraviesa toda la ciudad paralela al lago. En los años ochenta se inició un impulso de la construcción habitacional con modelos de viviendas de 2 pisos y también edificios de torre de 4 pisos. En la segunda mitad de la década del 2000 se comenzaron construcciones de Viviendas de Interés Social – VIS, rodeando el barrio, siendo desarrolladas poco más de 300 unidades habitacionales, que conforme la normativa vigente (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales NTON 12 007-04), tenían un área construida de 45 metros cuadrados (Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI], 2004) (ver Figura 3).



Figura 3

Reparto San Antonio y sus inmediaciones entre 2008 y 2015.

Nota. Adaptado de Google Earth, 2008 y 2015. De dominio público.

El sector estudiado posee forma regular, con calles ortogonales y paralelas, sin embargo se logran distinguir dos morfologías a lo interno de cada manzana, la primera en las viviendas originales de San Antonio que es regular con un callejón que divide el bloque y permite no solo el flujo peatonal sino también optimiza las corrientes de viento obtenidas de la vía principal (Carretera Norte), la segunda son callejones irregulares, conformados en los bloques de los proyectos de viviendas de interés social que bordean el sector habitacional original. En estos últimos el paso del viento no es tan eficiente y se generan condiciones ambientales menos confortables.

#### La Vivienda de Interés Social en Managua

Los proyectos de la vivienda social, se enmarcan en diferentes leyes y normativas específicas, siendo reconocidas escalas en el desarrollo y progresividad de la unidad habitacional que están en coherencia con la evolución de las normas que han ido evolucionando en los últimos 20 años, complementarias a los Planes Urbanos de Managua. Actualmente la norma “vivienda y desarrollos habitacionales NTON 12 012-20” es la que se utiliza y establece los criterios y definiciones para la tipología, donde se entiende vivienda de interés social – VIS, como las construcciones habitacionales con un mínimo de espacios habitables en un área de treinta y seis metros cuadrados (36,00 m<sup>2</sup>), y que generalmente es certificada por el INVUR. Este “Módulo Base” es a su vez una vivienda progresiva, que permite al beneficiario ampliarla de acuerdo a sus necesidades y recursos económicos en el transcurso del tiempo (ver Tabla 2) (Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI], 2020).

Tabla 2

Dimensiones mínimas de los ambientes de la Vivienda de Interés social.

Tipo	Ambientes	Ancho mínimo (m)	Área mínima (m <sup>2</sup> )
VIS	Usos múltiples (sala, comedor, cocina)	3	15
	Dormitorio 1	3	9
	Dormitorio 2	3	9

	Unidad sanitaria	1.2	3
	<b>Total de área</b>		<b>36</b>
<b>Ambientes complementarios de la vivienda</b>	Dormitorio 3	3	12
	Sala	3	10.8
	Comedor	3	10.8
	Cocina	1.8	5.4
	Lava y plancha	1.65	4.95
	Cuarto de servicio	2.3	7.245

Nota. Adaptado de NTON 12 012-20.

Sin embargo, la norma base que fundamentó estos criterios fue la “Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales - NTON 12 007-04”. Esta norma tuvo vigencia en este tipo de proyectos hasta el 2020 que fue sustituida.

Entre las características técnicas indicadas para la construcción de la VIS, se deben considerar ventanas que ocupen al menos el 15% de la superficie del ambiente, siendo el 50% para iluminación y el otro 50% para ventilación natural. Para espacios con más de 5 metros de profundidad, se requieren dos fuentes de iluminación. Se debe mantener un mínimo de 4 m<sup>2</sup> de patio. La altura libre mínima de las viviendas debe ser de 2,44 metros, desde el piso terminado hasta el cielo raso o su proyección, ya sea que el techo plano o inclinado. Estos criterios aplican a las viviendas construidas conforme la NTON 12 007-04 y permanecen válidos en la NTON 12 012-20.

Los sistemas y materiales constructivos, generalmente son los más económicos y fáciles de manejar. Las paredes son de bloques de mortero hueco con varillas de 3/8 de pulgada para crear un sistema de mampostería reforzada, o se usan losetas y columnas de concreto prefabricado. Los techos se construyen con estructuras metálicas de perlines y láminas de zinc corrugado calibre #26 estándar. Estos proyectos se desarrollan con medidas mínimas conforme la ley, para reducir costos y hacer las viviendas más accesibles.

En la última década el INVUR con el apoyo de organizaciones internacionales y con fondos estatales, ha desarrollado varios proyectos de construcción de viviendas sociales, que son más accesibles para la mayoría de la población, esto en gran medida gracias a préstamos y alianzas, destacando proyectos como por ejemplo Villa Milagro, Urbanización Sabanas-Villa Sol, Urbanización Valle Verde, Praderas de Sandino, Altos de Motastepe, etc. Uno de estos proyectos exitosos fue el auspiciado por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) en 2021, con el “Programa de Construcción y Mejoras de Viviendas de Interés Social” construidas con un área mínima de 36.0 metros cuadrados, que cuentan con área de sala, comedor, cocina, dos dormitorios, baño y sistema hidrosanitario, que benefició a más de diez mil familias nicaragüenses, para lo que el BCIE destinó un financiamiento por US\$55.0 millones (Banco Centroamericano de Integración Económica [BCIE], 2021).

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Percepción de la población acerca de la pandemia respecto a su vivienda

Entre los habitantes de viviendas de interés social (VIS) el 61% se vio afectado por el virus, a diferencia de las residencias de San Antonio, donde solamente fue el 45% que se infectó (ver Figura 4).

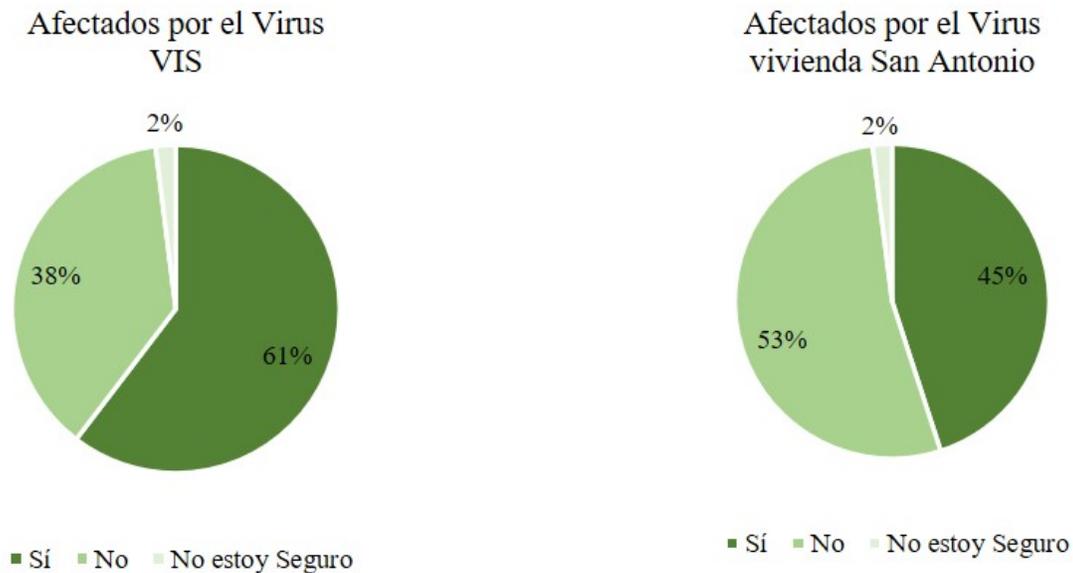


Figura 4  
Afectados por el virus en los modelos de vivienda estudiados.

En un análisis general de 186 personas encuestadas el 59% de los habitantes cumplió un período de cuarentena, correspondiente a 110 personas y un 41% no tuvo la necesidad de mantenerse en resguardo; El 76% de las personas que mantuvieron la cuarentena alegan que su vivienda les prestó las condiciones adecuadas, mientras un 21% hicieron mención de que no presta las condiciones óptimas, así mismo un 3% cree que es posible mantener la cuarentena, pero no de la manera recomendada. El área de la vivienda más común para cumplir con el período de cuarentena reflejado por la población es el dormitorio con un 87.3%, así mismo, hay quienes mantuvieron una cuarentena menos estricta permaneciendo más tiempo en sus salas de estar con un 5.5% y un 7.3% cumplió su cuarentena en otros sitios de la vivienda (moviéndose entre la cocina, porche, patio), ver la Figura 5.

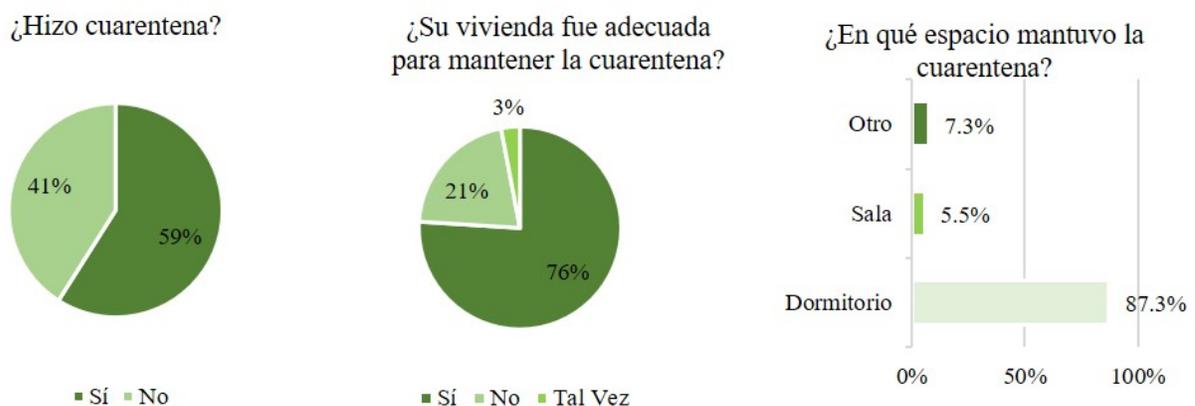


Figura 5  
Condiciones de la vivienda para la cuarentena.

En un análisis general de la cantidad de tiempo que las personas afectadas mantuvieron síntomas podemos destacar que el 14% presentó síntomas por menos de una semana, siendo que el 12% corresponde a habitantes de vivienda de interés social y el 2% a el modelo de vivienda residencial; el 69% presentaron síntomas que duraron entre 1 a 4 semanas, siendo el 50% correspondiente a habitantes de VIS y el 19% a RES; el 10% presentaron síntomas en un período de tiempo de entre 5 a 8 semanas, correspondiendo en su totalidad a habitantes de VIS; por último, un 7% de la población presentó síntomas de 12 hasta 24 semanas, de las cuales corresponde un 6% a habitantes de VIS y un 1% a habitantes de RES (ver Figura 6).

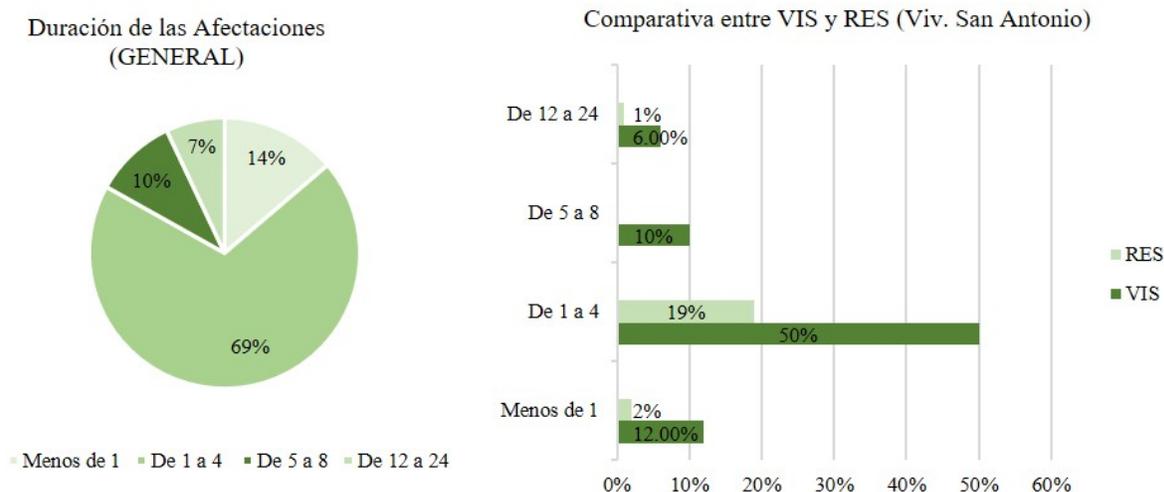


Figura 6  
Persistencia de síntomas y afectaciones del virus.

Conforme conocimiento de contagios en los alrededores la percepción fue; el 35% mencionó haber conocido de algunos casos, el 30% indicó que muchas personas se vieron afectadas por el virus, el 13% asegura no haberse enterado de ningún caso de contagio y el 23% no tiene conocimiento de casos de contagio en su sector. Así mismo se les preguntó si consideraban que la distribución o la cercanía de las viviendas aumenta el riesgo de contagio del virus a lo que únicamente un 26% considera que, si influye en el riesgo de contagio, una mayoría del 62% asegura que la cercanía de las viviendas entre sí no tiene ninguna relación con el aumento de probabilidades de contagio y un 12% cree que tal vez puede influir, pero no tienen ninguna certitud al respecto (ver Figura 7).

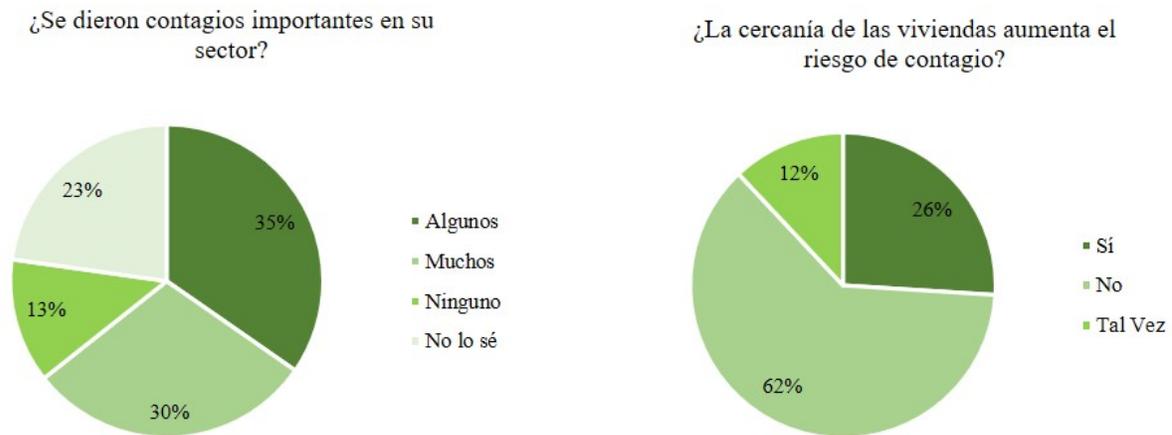


Figura 7  
Conocimiento de contagios en el sector.

Como pregunta final, se le solicitó a los encuestados que mencionaran cuál consideran es el espacio de la vivienda más vulnerable (expuesto), donde el riesgo a contagio puede llegar a ser mayor, a lo que el 46% estuvo de acuerdo en que la acera frontal de la vivienda es el espacio donde aumenta la vulnerabilidad del individuo, el 28% indico la sala de estar, el 8% piensa en el dormitorio como área vulnerable, el 5% la cocina, un 4% el comedor al ser el espacio donde los habitantes de la vivienda se reúnen, otro 4% considera el patio, un 2% mencionó que el baño, debido a que solo cuentan con uno a disposición de toda la familia, un 1% el área de lavado, el otro 1% considera que todos los ambientes de la vivienda pueden ser vulnerables (ver Figura 8).

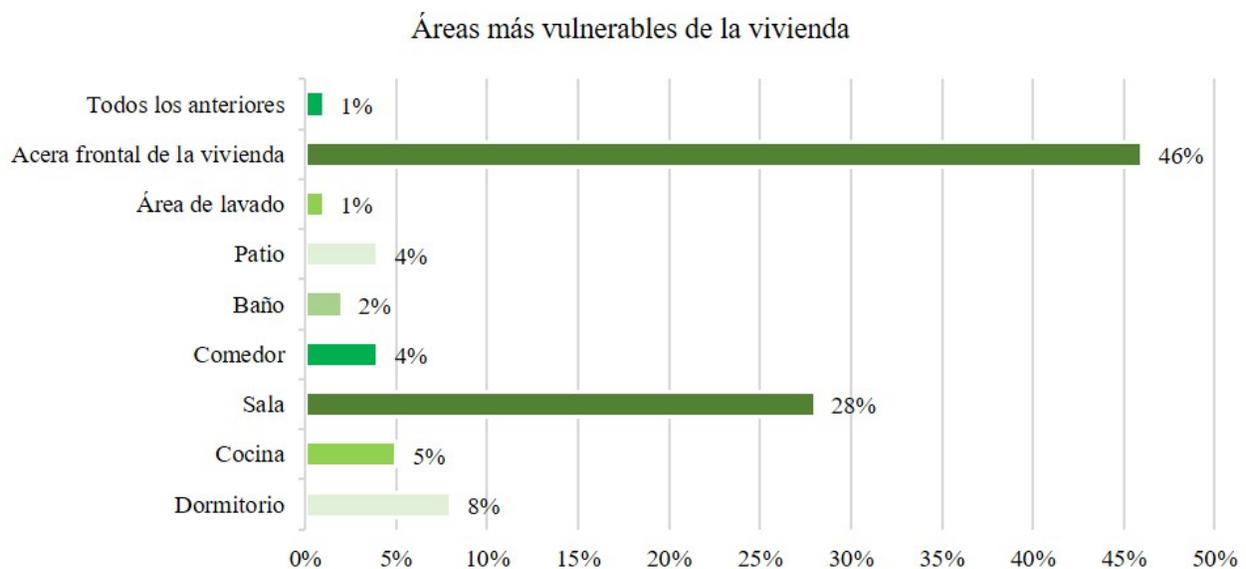


Figura 8

## Espacio de la vivienda más expuesto a contagio.

## El Clima sigue cambiando

Managua presenta un clima mayormente Tropical de Sabana, excepto en las Sierras, donde el clima es Tropical de Altura. Según la clasificación de Holdridge, la región es un Bosque Seco Tropical y Subtropical, con áreas Pre-montañas Tropicales Húmedas al sur. Las lluvias se concentran en los seis meses de invierno, oscilando entre 800 y 1,000 mm en las zonas bajas y costeras, y superando los 1,600 mm en las Sierras. La altitud se organiza en cuatro estructuras principales, con elevaciones que van desde 40 hasta más de 600 metros sobre el nivel del mar. La topografía varía desde planicies suaves hasta terrenos montañosos con pendientes pronunciadas (Velásquez et al., 2015).

Al estudiar los climas urbanos, es crucial considerar la topografía y su impacto en la formación de climas locales. Las condiciones de inversión térmica por subsidencia y radiación, combinadas con la reducción de la ventilación natural, crean estabilidad atmosférica que propicia la acumulación de calor, frío y contaminantes en las áreas más bajas (Romero-Aravena & Mendes, 2021). Estas son condiciones claves para el sector estudiado, dado su límite con el lago de Managua, que influye directamente en ciertas características climáticas modificando elementos como la temperatura, humedad y vientos.

En los últimos 5 años las variaciones de temperaturas para el sector urbano y específicamente para el área de estudio han sufrido oscilaciones tendientes a incrementos de las temperaturas. Con el fin de trabajar con datos más reales, se realizaron mediciones y tomas de datos en 23 puntos del reparto San Antonio y sus inmediaciones, entre los días 6 al 9 de mayo del 2024, en horario de 9:30 – 11:30 am (período que aún se corresponde con el comportamiento típico de abril, mes más caliente). Los resultados (ver Tabla 3) reflejan los datos obtenidos, en los que destacan temperatura máxima de 35.8° y mínima de 31.7°C, la humedad relativa se encuentra entre 72 y 51%, y los vientos oscilan entre 1.78 y 0.87 m/s. Cabe destacar que no se tomó en consideración el albedo (capacidad de una superficie para reflejar la radiación solar) como elemento que influye en los valores térmicos, principalmente referente a las superficies de calle que bordean todo el sector estudiado.

Tabla 3  
Datos climáticos recopilados en el sector de estudio.

Item	Temperatura °C	Presión Atmosférica hPa	Humedad relativa %	Velocidad del viento m/s
1	33.3	1003.4	58	1.5
2	33.7	1003.2	56	1.55
3	35.1	1003.3	53	1.03
4	35	1003.3	52	1.55
5	35.4	1003.4	51	1.74
6	32.7	1003.5	65	1.72
7	34.2	1003.3	61	1.1
8	34.1	1002.9	60	0.87
9	34.7	1002.7	57	1.1
10	35.2	1002.7	57	0.87
11	35.8	1002.6	55	0.87
12	32.2	1003.8	66	1.78

13	32.9	1003.8	66	1.32
14	33.2	1003.6	64	1.55
15	33.8	1003	63	1.17
16	34.2	1003.5	61	1.1
17	34.3	1003.5	59	1.78
18	34.6	1003.1	57	1.32
19	31.7	1004.5	70	1.65
20	32.1	1004.5	69	1.1
21	32.3	1004.3	71	1.55
22	32.1	1004.3	72	1.32
23	31.9	1004.2	72	0.95
<b>Media</b>	33.67	1003.5	61.52	1.33
<b>Min</b>	31.7	1002.6	51	0.87
<b>Max</b>	35.8	1004.5	72	1.78

Al analizar los datos se identifican las siguientes correlaciones entre las variables:

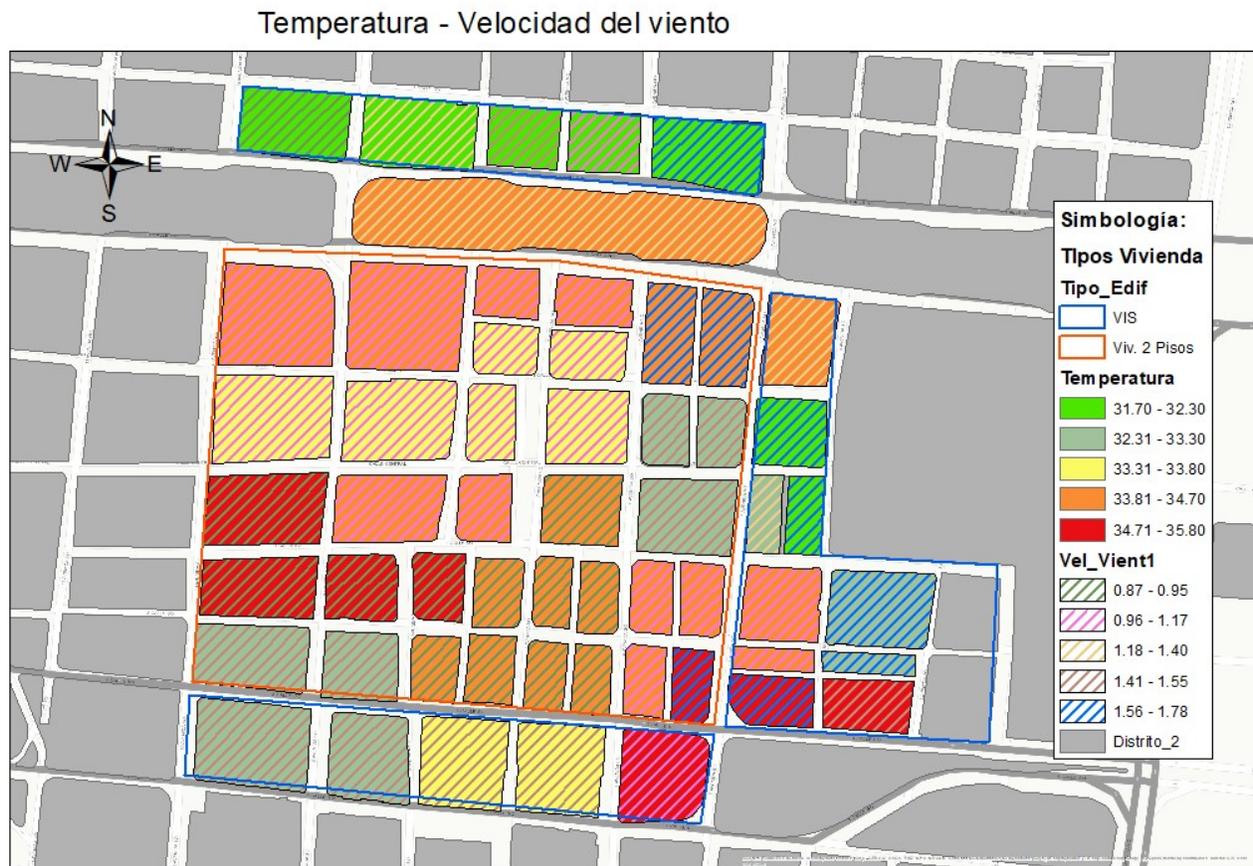
- Temperatura y Humedad Relativa: Existe una fuerte correlación negativa de -0.921. Esto indica que a medida que la temperatura aumenta, la humedad relativa tiende a disminuir.
- Temperatura y Presión Atmosférica: Hay una correlación negativa significativa de -0.852. Esto sugiere que a medida que la temperatura sube, la presión atmosférica tiende a bajar.
- Presión Atmosférica y Humedad Relativa: Hay una correlación positiva moderada de 0.792. Esto indica que a medida que la presión atmosférica aumenta, la humedad relativa también tiende a aumentar.
- Temperatura y Velocidad del Viento: Existe una correlación negativa de -0.302, lo que sugiere una ligera tendencia a que la temperatura y la velocidad del viento se muevan en direcciones opuestas.
- Humedad Relativa y Velocidad del Viento: La correlación es muy baja, de 0.066, indicando una relación casi nula entre estas variables.
- Presión Atmosférica y Velocidad del Viento: Hay una correlación positiva moderada de 0.362, lo que sugiere que a medida que la presión atmosférica aumenta, la velocidad del viento también tiende a aumentar.

Se establecieron relaciones espaciales del sector entorno a Temperatura - Humedad Relativa y Temperatura - Velocidad del Viento, que indican los sitios con mayores y menores valores de los datos recopilados (ver Figuras 9 y 10).

### Temperatura - Humedad Relativa



Figura 9  
Relación entre temperatura y humedad relativa en el sector estudiado.



**Figura 10**  
Relación entre temperatura y velocidad del viento en el sector estudiado.

Las mayores velocidades de viento se concentran en el borde este con rangos intermedios entorno a la carretera norte y el centro del conjunto residencial. Mientras que las temperaturas más altas están en los bordes norte y sur (congruente con la cercanía de vías vehiculares muy transitadas), siendo el centro el que tiene condiciones más agradables. La humedad relativa es mayor en el sector norte (área de VIS) más cercano a la influencia del Lago de Managua, siendo el registro más bajo en el extremo sureste, en el mismo sitio que se registran las mayores temperaturas.

Otro elemento vinculado directamente al viento es la contaminación del ambiente y el aire, que conforme el estudio de Marquez et al (2020), enfocado en la relación entre las concentraciones de contaminantes del aire en la transmisión aérea del SARS-CoV-2 y la gravedad del COVID-19, los resultados sugieren que la exposición crónica a ciertos contaminantes del aire conduce a formas más graves y letales de COVID-19 y complica la recuperación de los pacientes de esta enfermedad (Maquez & Domingo, 2020). Si bien esta variable no fue considerada en este estudio, si se hace la observación que por la influencia del lago y el hecho de calles amplias más los callejones entre manzanas, en general la recirculación del aire es bastante buena en el sector.

No existe un consenso científico y los resultados son preliminares, parece que la actividad y presencia del virus disminuye a mayor temperatura media y humedad relativa. Según el “nicho climático”, el coronavirus tiene una mayor resistencia en condiciones de calor comparado con temperaturas más bajas. La radiación solar, especialmente la ultravioleta, puede ayudar a limitar la transmisión del coronavirus (Araújo & Naimi, 2020). Por lo general, los coronavirus tienden a vivir menos tiempo en entornos de temperaturas altas y de niveles altos de humedad que en entornos más fríos y secos (Watson & Brennan Dan, 2022). Este aumento de calor en el caso de las ciudades se acrecienta por la pérdida o deterioro de las áreas verdes, siendo que muchas veces estos espacios cambian de uso, para fines habitacionales o comerciales. El sector estudiado presentó temperaturas un poco altas (promedio de 33.67°C) aunque varían entre el sector de San Antonio y la VIS, aunque posee bastante arborización (incluido el boulevard o parque en carretera norte) que disminuye la radiación solar directa.

#### La ciudad saludable como escudo

En el urbanismo del Movimiento Moderno del siglo XX, se la inmortalizó con la frase “la forma siempre sigue a la función. Los elementos que más la definen son el patrón de sus calles y bloques, las alturas, los retiros, los materiales y color de las edificaciones y las dimensiones guardadas para la circulación y los espacios públicos....La forma urbana en relación a la densidad de población e intensidad de uso, a grandes trazos, puede clasificarse en dispersa (baja densidad y homogeneidad de uso), fragmentada (distintas densidades, pero bien diferenciadas entre sí, con áreas inaccesibles) o compacta (alta densidad y alta intensidad, resultado de la convivencia de muchos usos: comercial, residencial, de servicios comunitarios y productivos) (Giambiagi & García, 2022). Estas formas son determinantes tanto para establecer relaciones sociales como para aprovechar características ambientales que favorezcan al confort de los pobladores.

El concepto de "Ciudad Saludable" proviene de una iniciativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1986, que promueve la creación de entornos físicos y sociales que mejoren continuamente la calidad de vida y apoyen a las comunidades en el desarrollo de su máximo potencial. Este enfoque busca integrar la salud pública en las políticas de desarrollo urbano, priorizando la salud, el bienestar de los ciudadanos y el cuidado del medio ambiente. Es un modelo que involucra a empresas, autoridades, sociedad civil y otros actores para fomentar la salud y el bienestar a nivel local (Simancas et al., 2020).

Este tema de la ciudad en las últimas décadas ha evolucionado retomando variables que además de la forma y usos, consideran elementos que proporcionen un plus en la bioseguridad y la salud de sus usuarios. La salud humana y los ecosistemas son objetos que incluyen procesos de carácter biológico socialmente determinados. Al abordar la determinación social de la salud, es fundamental mantener una perspectiva dialéctica que evite caer en el determinismo biológico o histórico. Esto implica trabajar en las relaciones entre lo "social y biológico" y entre "sociedad y naturaleza" de manera que ambas dimensiones conserven su relevancia en la comprensión de los procesos de determinación. (Breilh, 2010). Esta relación implica para el mejor de los casos, un equilibrio y una visión integradora del desarrollo de la ciudad y por ende de los proyectos habitacionales con enfoque social más saludables, los que son en la actualidad parte de la agenda de desarrollo para la región.

De igual manera, conscientes de este tema, la Organización de Naciones Unidas - ONU aborda 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que a su vez se desglosan en 169 metas a alcanzar, entre las cuales el tema de la ciudad y la sostenibilidad juegan un rol destacado, (ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles). Sabiendo que más de la mitad de la población mundial vive hoy en zonas urbanas por lo que se busca mejorar cuestiones como (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], s.f.):

- Crecimiento Urbano Rápido y Desordenado: Muchas ciudades experimentan un crecimiento urbano descontrolado, lo que lleva a la expansión de asentamientos informales y la falta de acceso a servicios básicos.
- Acceso a Vivienda Adecuada: Garantizar viviendas seguras, asequibles y resilientes sigue siendo un reto, especialmente para las poblaciones más vulnerables.
- Transporte Público Sostenible: La provisión de sistemas de transporte público accesibles y sostenibles es insuficiente en muchas ciudades, lo que contribuye a la congestión y a la contaminación.
- Gestión de Residuos y Contaminación: La gestión inadecuada de residuos y la contaminación ambiental, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas, afecta la salud pública y el medio ambiente.
- Etcétera.

La integración de la ciudad debe obedecer entonces a criterios que equilibren la "sociedad y naturaleza" como procesos ordenados, garantizando viviendas adecuadas que a su vez perciban los beneficios de ciudades sostenibles y saludables. Romero et al (2021) indican que pequeños espacios verdes, pequeñas plazas, parques en vecindarios, calles arboladas, techos verdes y fachadas vegetadas son cruciales para mitigar extremos térmicos, humidificar la atmósfera, filtrar la contaminación y ofrecer biodiversidad. Estos elementos también generan "brisas de parque" que mejoran la confortabilidad y descontaminación de los climas urbanos. Los climas urbanos de las ciudades latinoamericanas reflejan intercambios de materia, energía y momento entre los estados atmosféricos y los usos y coberturas del suelo, evidenciando la necesidad de integrar soluciones que mejoren la calidad de vida y la sostenibilidad urbana (Romero-Aravena & Mendes, 2021).

Siendo que la vivienda es la unidad base conformadora de las ciudades (en sus diferentes presentaciones y tipologías), también esta es un indicador de la salud de la urbe, vista como un todo (la ciudad) o en sus sectores administrativos conformadores (distritos, barrios, etc.). de esta manera, volver este edificio más seguro y saludable para sus usuarios (especialmente considerando las nuevas realidades de amenazas biológicas como el virus SARS-CoV-2), motiva a la reflexión acerca de "variables" que se deben reforzar desde el diseño, construcción e integración en la ciudad (Ver Figura 11).



Figura 11  
Variables a considerar para viviendas saludables.

El SARS-CoV-2 se transmite principalmente por aerosoles, pequeñas partículas expulsadas al toser o estornudar que pueden permanecer en el aire durante horas en espacios cerrados sin ventilación. Estas partículas, junto con gotículas más grandes que caen rápidamente al suelo, representan un riesgo significativo de contagio en lugares públicos o cerrados. Según un estudio, el virus puede mantenerse en el aire hasta 3 horas en forma de aerosoles, lo que subraya la importancia de una buena ventilación para reducir la propagación del virus (Llobell Bartret, 2020).

Es acá donde variables como los vanos (puertas, ventanas), orientación (viento), temperatura, cobran relevancia en el diseño y construcción de la VIS tiene consideraciones muy específicas respecto al tamaño de las ventanas y puertas, retiros entre otros lotes y edificios, y aunque los criterios parten de las dimensiones mínimas de la NTON 12 007-04, en la práctica estos proyectos se realizan con esas medidas básicas, restando la oportunidad de una adecuada ventilación, sumado a esto, las ampliaciones y progresiones que los propietarios hacen, siendo uno de los primeros cambios la construcción de muro perimetral que reduce significativamente el aprovechamiento de la ventilación natural.

La VIS en comparación con las viviendas de dos pisos demuestra de acuerdo a las encuestas albergar mayor número de contagios. A pesar que un aproximado del 50% de estas se ubican en las zonas con mayores beneficios en la captación del viento, que incide también en menores temperaturas, el número de afectados fue mayor. Esto probablemente se debió las modificaciones (anexos y ampliaciones hechas a las viviendas), además de otras características arquitectónicas como el tamaño, cantidad de ambientes, tipos de ventanas. Aunque no formó parte de este estudio, no se debe obviar también los hábitos culturales y de higiene que pueden ser de mucho peso ante amenazas como el SARS-CoV-2.

## CONCLUSIONES

Si bien estudios han observado una correlación entre latitud y temperatura, y sugieren que los casos de Covid-19 siguen un patrón, también aclaran que es muy pronto para establecer que el incremento de casos se deba principalmente a las estaciones cambiantes, y no a las políticas implementadas por los gobiernos o al distanciamiento social. Sin embargo, se requieren estudios más robustos, para analizar y normalizar una la tendencia o estacionalidad de la enfermedad.

En muchos casos, la limitada funcionalidad urbana y dotación de servicios a escala de los barrios, carencia de espacios públicos, el tamaño de las viviendas, los niveles de hacinamiento (número de personas por hogar) y la calidad de la construcción, tienden a afectar severamente las posibilidades de restringir la movilidad y asegurar el confinamiento seguro (Romero-Aravena & Mendes, 2021). Esto lo podemos identificar en muchos de los proyectos habitacionales a gran escala (con VIS), que en el caso de Nicaragua en la última década han fomentado la mayor densificación de construcciones habitacionales en áreas cada vez más pequeñas, o en espacios no tan buenos o que tenían vocación para áreas verdes o espacios sociales recreativos. Estos procesos de densificación tienden a generar condiciones climáticas negativas (mayor calor, menor circulación de aire, etc.).

Las VIS ubicadas en las inmediaciones del reparto San Antonio, se fueron construidas en la segunda mitad del 2000, obedeciendo a los criterios de las Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales NTON 11 013-04, lo que dio ventaja que los edificios midieran originalmente 42m<sup>2</sup>, equivalente a 9m<sup>2</sup> por persona (considerando un núcleo familiar de 5). La evolución de los instrumentos y normativas relacionados a la VIS en Nicaragua, fue evolucionando, y actualmente se trabaja con la Vivienda y Desarrollos Habitacionales Norma Técnica NTON 12 012-20 (Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI], 2004), pasando a optar por el “Modulo Base” de 36 m<sup>2</sup> como el modelo de edificio para los proyectos sociales en el país. Estos cambios no afectan el sector estudiado de manera significativa dado que las viviendas tienen mayor área de construcción y lote, sin embargo, es un dato llamativo que si afecta los nuevos proyectos que son de menor tamaño (tanto área de construcción como lote).

Se identificó diferencias relacionadas al confort y ventilación entre los dos modelos de viviendas del sector estudiado, teniendo mejores condiciones el modelo de San Antonio. Los datos de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento no fueron tan homogéneos en el sector, aun considerando que este se conformaba de una trama relativamente regular, de 4 x 7 bloques. Sin embargo, los datos reflejan algunas congruencias con las estimaciones planteadas por diversos autores referente al vínculo entre estas variables y la susceptibilidad de contagio y vigencia del virus en un sector.

El análisis de las encuestas, refleja entre otros datos que los habitantes de viviendas de interés social fueron más afectados por la pandemia, con un 61% de contagios, en comparación con un 45% en San Antonio. Un 59% cumplió cuarentena, y aunque la mayoría reportó condiciones adecuadas en sus viviendas, un 21% no las consideró óptimas. La mayoría pasó el aislamiento en el dormitorio (87.3%). Estas diferencias reflejan la importancia de contar con infraestructuras adecuadas para enfrentar el virus y cualquier otra emergencia sanitaria que se presente a futuro.

Dado que el Covid-19 ingresa por las vías respiratorias, el tema de la ventilación (ventanas, áreas, velocidad y dirección del viento) son de alta relevancia en la prevención del mismo. La distribución de las velocidades de viento y las temperaturas en el conjunto residencial muestra una influencia significativa de las vías vehiculares y del Lago de Managua, afectando tanto el confort térmico como la calidad del aire. Los vientos más fuertes se concentran en el este, mientras que las áreas con mayor temperatura están en los bordes norte y sur, cercanos a zonas con tráfico elevado. El centro del conjunto ofrece condiciones más agradables. La mayor humedad se encuentra en el sector norte, cerca del lago, mientras que el sureste tiene las temperaturas más altas y menor humedad. Además, aunque no se evaluó específicamente la contaminación del aire, se reconoce que la buena circulación de aire, facilitada por el diseño urbano y la influencia del lago, contribuye a una menor concentración de contaminantes, lo cual podría mitigar los efectos negativos en la salud, como sugiere el estudio de Marquez et al. (2020).

La mayoría de los estudios revisados reafirma que, los bosques urbanos y los espacios verdes brindan a las ciudades servicios ambientales de alto impacto en la salud, como son la absorción de rayos ultravioleta y resplandor; la reducción de la fuerza de los vientos, de las altas temperaturas, las ondas de calor y la contaminación acústica (Giambiagi & García, 2022). De igual manera, viviendas más ventiladas, que aprovechen los vientos y luz natural, con retiros adecuados de los muros perimetrales u otros edificios (posición central en el lote), debidamente orientada, son una medida de mitigación óptima ante estos tipos de amenazas biológicas.

## Referencias

- Araújo, M., & Naimi, B. (2020). Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely constrained by climate. *MedRxiv*. doi:<https://doi.org/10.1101/2020.03.12.20034728>
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2 de Mayo de 2002). LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO DE LA VIVIENDA URBANA Y RURAL (INVUR) - LEY N°. 428. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (28 de septiembre de 2021). VIVIENDA Y DESARROLLOS HABITACIONALES NORMA TÉCNICA NTON 12 012-20. Managua, Nicaragua.
- Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). (20 de Diciembre de 2021). *Más de 10 mil familias nicaragüenses cuentan con una vivienda digna con el apoyo del BCIE*. Fonte: <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/mas-de-10-mil-familias-nicaraguenses-cuentan-con-una-vivienda-digna-con-el-apoyo-del-bcie>
- Basado en la Ciencia. (20 de mayo de 2021). *National Academies*. Fonte: National Academies: <https://www.nationalacademies.org/espanol/based-on-science/basado-en-la-ciencia/cuanto-tiempo-vive-el-coronavirus-en-las-superficies>
- Breilh, J. (2010). La epidemiología crítica: una nueva forma de mirar la salud en el espacio urbano. *Salud Colectiva*.
- Chin, A., W., Chu, J., T., Perera, M., R., Hui, K., Yen, H., Chan, M., & Poon, L. (2 de April de 2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe*. doi:[https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - Naciones Unidas [CEPAL]. (s.d.). <https://agenda2030lac.org/es>. (P. R. Caribe, Editor) Fonte: <https://agenda2030lac.org/es>: <https://agenda2030lac.org/es/ods/11-ciudades-y-comunidades-sostenibles>
- de Carvajal, A. C., Parra, A. R., Silano, M. F., Briceño, M. M., Rosales, M. R., Sánchez, C. C., . . . López, J. F. (2020). Nuevo coronavirus (SARS-COV-2): una amenaza global. *Medicina Interna*, 36(1), 3-15. Fonte: [https://svmi.web.ve/wp-content/uploads/2022/07/V36\\_N1.pdf#page=10](https://svmi.web.ve/wp-content/uploads/2022/07/V36_N1.pdf#page=10)
- Dirección de Urbanismo. (2000). *Plan Parcial de Ordenamiento Urbano "Sector Nor-Central"*. Alcaldía de Managua, Managua.
- Giambiagi, D., & García, B. (2022). *Guía para ciudades más saludables*. (A. y. Gerencia de Desarrollo Urbano, Ed.) Banco de desarrollo de América Latina.
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO 7726:2011 Ergonomics of the thermal environment— Instruments for measuring physical quantities*.
- Llobell Bartret, S. (2020). *El Covid-19 y los materiales de construcción*. Memoria, Universitat Politècnica de València, Valencia. Fonte: <http://hdl.handle.net/10251/166810>
- Marquez, M., Rovira, J., & Domingo, J. L. (2020). *Influence of airborne transmission of SARS-CoV-2 on COVID-19 pandemic. A review*. Fonte: <https://ciudadesverdes.com/download/influencia-de-la-transmision-aerea-del-sars-cov-2-en-la-pandemia-de-covid-19-una-revision/>
- Méndez, R. (2012). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 44(172), 215–231. Fonte: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76122>

- Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI]. (2004). NTON 11 013-04. *Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales NTON 11 013-04*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI]. (2020). NTON 12 012-20. *Vivienda y Desarrollos Habitacionales Norma Técnica NTON 12 012-20*. Managua, Nicaragua. Fuente: [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/1DBE90DB7107A3300625879C00530759?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/1DBE90DB7107A3300625879C00530759?OpenDocument)
- Núñez Gómez, J. C., Ramos Reyes, R., Barba Macías, E., Espinoza Tenorio, A., & Gama Campillo, L. (2016). Índice de vulnerabilidad costera del litoral tabasqueño, México. *Investigaciones Geográficas*(91). doi:<https://doi.org/10.14350/rig.50172>
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge.
- Olcina Cantos, J., Biener Camacho, S., & Martí Talavera, J. (2020). Aspectos atmosféricos y climáticos en la expansión de la pandemia (COVID-19) en la provincia de Alicante. *Investigaciones Geográficas*(73), 275-297. doi:<https://doi.org/10.14198/INGEO2020.OCBCMT>
- Romero-Aravena, H., & Mendes, F. H. (2021). La construcción social de climas urbanos y su relación con la pandemia de Covid-19 en Santiago de Chile. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 376-395. doi:<https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.88701>
- Sánchez Valverde, A. J., Miranda Temoche, C. E., Castillo Caicedo, C. R., Arellano Hernández, N. B., & Tixe Padilla, T. M. (2021). Covid-19: fisiopatología, historia natural y diagnóstico. *Revista Eugenio Espejo*, 15(2), 98-114. doi:<https://doi.org/10.37135/ee.04.11.13>
- Sendra, J. B., & García, R. C. (Enero de 2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, 49.
- Siabato, W. (2018). Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 1-9. doi:<https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.69500>
- Simancas Cruz, M., Hernández Martín, R., & Padrón Fumero, N. (2020). *Ciudad saludable en una sociedad de riesgo. Turismo pos-COVID-19* (1° ed.). (C. d.-A. Laguna, Ed.) La Laguna, España. doi:<https://doi.org/10.25145/b.Turismopos-COVID-19.2020>
- Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres [SD - SINAPRED]. (2019). *GUÍA DEL MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES MUNICIPALES DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO (PMGIR)*. Managua, Managua. Fuente: [https://www.sinapred.gob.ni/images/aprendamos\\_de\\_prevenicion/guia\\_para\\_elaboracion\\_pmgir.pdf](https://www.sinapred.gob.ni/images/aprendamos_de_prevenicion/guia_para_elaboracion_pmgir.pdf)
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D., Holbrook, M., Gamble, A., Williamson, B., & Munster, V. (2020). Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England journal of medicine*, 382(16), 1564-1567. doi:<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
- Velásquez Espinoza, G., Alcántara Ayala, I., Hernández Santana, J., & Garnica Peña, R. (2015). La zonificación morfotectónica-volcánica en el análisis morfoestructural del relieve: el caso del municipio de Managua, Nicaragua. *Investigaciones geográficas*, 118-140. doi:<https://doi.org/10.14350/rig.43549>
- Watson, S., & Brennan Dan, M. (29 de Diciembre de 2022). *WebMD*. (S. Watson, Editor) Fuente: <https://www.webmd.com/es/covid/cuanto-tiempo-sobrevive-el-coronavirus-en-superficies>

Wong Chew, R. M., & Morales Fernández, J. A. (2021). Generalidades, aspectos clínicos y de prevención sobre COVID-19: México y Latinoamérica. *Universitas Medica*, 97-114. doi:<https://doi.org/10.11144/javeriana.umed62-3.gacp>

## AmeliCA

### Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/529/5295210009/5295210009.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en [portal.amelica.org](http://portal.amelica.org)

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Erasmus José Aguilar-Arriola,  
Benjamín Antonio Rosales-Rivera, Ana José Aguilar-Arriola  
**Análisis de temperatura, ventilación y materiales constructivos que promueven contagio de Covid-19 en viviendas sociales**

**Analysis of temperature, ventilation and construction materials that promote contagion of Covid-19 in social housing**

*Revista Arquitectura +*  
vol. 9, núm. 18, p. 136 - 162, 2024  
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua  
[rvarqui.mas@farq.uni.edu.ni](mailto:rvarqui.mas@farq.uni.edu.ni)

**ISSN-E:** 2518-2943

**DOI:** <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v9i18.19080>