



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
IMPORTANCIA DE VEGETACIÓN URBANA EN LA MITIGACIÓN  
DE LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD  
DE CALCETA**

**AUTOR:  
VITERY RIVAS JEAN PIERRE ANTONIO**

**TUTOR:  
ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO M.Sc.**

**CALCETA, MARZO 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**JEAN PIERRE ANTONIO VITERY RIVAS**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ** **MANUEL FÉLIX LÓPEZ**, según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual y su Reglamento.



.....  
JEAN P. VITERY RIVAS.

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO M. Sc.** certifica haber tutelado el proyecto **IMPORTANCIA DE VEGETACIÓN URBANA EN LA MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE CALCETA** que ha sido desarrollado por **JEAN PIERRE ANTONIO VITERY RIVAS**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la **Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López**.

.....  
**ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO M. Sc**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **IMPORTANCIA DE VEGETACIÓN URBANA EN LA MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE CALCETA**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **Jean Pierre Antonio Vitery Rivas**, previa a la obtención del título de **Ingeniero en Medio Ambiente**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. José M. Giler Molina M.Sc  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**LÍNEA TPBA I**

Ing. Carlos L. Banchón Bajaña M.Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**LÍNEA TPBA I**

Ing. Carlos R. Delgado Villafuerte M.Sc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**  
**LÍNEA TPBA I**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en el cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día; a mí mismo siempre por los obstáculos que se me presentaron y las dificultades que tuve durante la carrera, a pesar de eso seguí para ser un buen profesional.

A mi mama por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento, a mi familia en general. A mi abuelito quien me apoyo desde un principio y ahora su alma es quien vela por mí, y amigos que estuvieron durante toda la carrera y en especial a mi Esposa María de los Angeles quien me motivo a seguir en esta ardua lucha para conseguir mi profesión.

JEAN P. VITERY RIVAS

## **DEDICATORIA**

A toda mi familia que siempre me apoyaron en esta etapa de formación profesional y sin dudarlo a mi persona mil veces por decaer y tener la paciencia y ganas de ser un buen profesional.

JEAN P. VITERY RIVAS

# CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO.....	vii
CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.    OBJETIVOS .....	4
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.3.3.    IDEA A DEFENDER.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1.    ISLA DE CALOR .....	5
2.2.    TIPOS DE ISLAS DE CALOR URBANA.....	6
2.3.    TEMPERATURA SUPERFICIAL .....	6
2.4.    ORIGEN DE LAS ISLAS DE CALOR.....	6
2.5.    CAUSAS ASOCIADAS AL FENÓMENO DE ISLAS DE CALOR .....	7
2.6.    EFECTOS DE LAS ISLAS DE CALOR .....	7
2.7.    METODOLOGÍA PARA MEDIR LA ISLA DE CALOR .....	8
2.8.    NATURACIÓN URBANA COMO MECANISMO CONTRA LA ICU.....	8
2.9.    LA TELEDETECCIÓN COMO MEDIDA PARA IDENTIFICAR ISLAS DE CALOR URBANA .....	9
2.10.    SENSORES REMOTOS EN LA TELEDETECCIÓN .....	9
2.11.    MODELO DE OBTENCIÓN DE TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE .....	10
2.12.    DATOS RÁSTER .....	11
2.13.    VEGETACIÓN EN EL CANTÓN BOLÍVAR .....	13
2.14.    LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN.....	14
2.15.    IDENTIFICACIÓN DE ISLAS DE CALOR EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA UTILIZANDO IMÁGENES DEL SATÉLITE LANDSAT 5tm .....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	16

3.1.	UBICACIÓN .....	16
3.2.	DURACIÓN .....	16
3.3.	VARIABLES DE ESTUDIO .....	17
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	17
3.3.2.	VARIABLES DEPENDIENTES .....	17
3.4.	MÉTODOS .....	17
3.5.	TÉCNICAS .....	17
3.6.	PROCEDIMIENTOS .....	18
3.6.1.	FASE 1. IDENTIFICAR LAS ÁREAS DE VEGETACIÓN URBANA EXISTENTES EN LA CIUDAD DE CALCETA .....	18
3.6.2.	FASE 2. ESTIMAR LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA RESPECTO A LA TEMPERATURA EN LA ZONA CÉNTRICA DE CALCETA .....	20
3.6.3.	FASE 3. EVALUAR LA RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN URBANA Y LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE CALCETA. ....	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		25
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE VEGETACIÓN URBANA EXISTENTES EN LA CIUDAD DE CALCETA .....	25
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	25
4.1.2.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	28
4.1.3.	AJUSTE DE INFORMACIÓN DIGITAL INFORMACIÓN .....	29
4.1.4.	CÁLCULOS DE ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA .....	30
4.2.	ESTIMAR LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA RESPECTO A LA TEMPERATURA EN LA ZONA CÉNTRICA DE CALCETA .....	35
4.2.1.	CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE .....	35
4.2.2.	DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ISLAS DE CALOR .....	40
4.3.	EVALUAR LA RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN URBANA Y LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE CALCETA .....	47
4.3.1.	CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LOS DATOS OBTENIDOS .....	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		50
5.1.	CONCLUSIONES .....	50
5.2.	RECOMENDACIONES .....	51
BIBLIOGRAFÍA .....		52
ANEXOS .....		56

## CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Valores de interpretación del Coeficiente de correlación de Pearson .....	23
<b>Tabla 4.1</b> Polígonos urbanísticos de intervención territorial del PUGS de GAD Bolívar (2020). .....	26
<b>Tabla 4.2</b> . Detalles de metadatos de imagen Landsat 8 TIRS/OLI .....	29
<b>Tabla 4.3</b> Comparación de las escenas de NDVI por año. ....	34
<b>Tabla 4.4</b> Comparación las escenas de LST por año. ....	39
<b>Tabla 4.5</b> Correlación LST y NDVI 2014 .....	47
<b>Tabla 4.6</b> Correlación LST y NDVI 2015 .....	47
<b>Tabla 4.7</b> Correlación LST y NDVI 2016 .....	47
<b>Tabla 4.8</b> Correlación LST y NDVI 2017 .....	48
<b>Tabla 4.9</b> Correlación LST y NDVI 2019 .....	48

### FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Diferencias de temperatura entre la ciudad y campo (Sarricolea y Martin,2014) .....	5
<b>Figura 2.2</b> Islas de calor y sus efectos (Sarricolea y Martin,2014) .....	8
<b>Figura 2.3</b> Diagrama de flujo para la obtención de LST (Avdan y Jovanovska, 2016) .....	11
<b>Figura 2.4</b> Ejemplo de celda o píxeles (ESRI, 2016) .....	12
<b>Figura 2.5</b> Ejemplo de tamaño de celda y resolución (ESRI, 2016).....	13
<b>Figura 3.1</b> Mapa de Ubicación .....	16
<b>Figura 4.1</b> Mapa de Zonificación .....	27
<b>Figura 4.2</b> Procedimiento de extracción y georreferenciación de imagen Landast banda 4 del año 2014 de la zona de estudio en ArcGis .....	29
<b>Figura 4.3</b> Mapa de NDVI 2014.....	31
<b>Figura 4.4</b> Mapa de NDVI 2015.....	32
<b>Figura 4.5</b> Mapa de NDVI 2016.....	32
<b>Figura 4.6</b> Mapa de NDVI 2017.....	33
<b>Figura 4.7</b> Mapa de NDVI 2019.....	34
<b>Figura 4.8</b> Comparación de las escenas de NDVI por año.....	34
<b>Figura 4.9</b> Mapa de LST 2014.....	36
<b>Figura 4.10</b> Mapa de LST 2015.....	37

<b>Figura 4.11</b> Mapa de LST 2016.....	37
<b>Figura 4.12</b> Mapa de LST 2017.....	38
<b>Figura 4.13</b> Mapa de LST 2019.....	38
<b>Figura 4.14</b> Comparación de las escenas de LST por año.....	39
<b>Figura 4.15</b> Mapas de ICU 2014.....	42
<b>Figura 4.16</b> Mapas de ICU 2015.....	43
<b>Figura 4.17</b> Mapas de ICU 2016.....	44
<b>Figura 4.18</b> Mapas de ICU 2017.....	45
<b>Figura 4.19</b> Mapas de ICU 2019.....	46

## RESUMEN

Este estudio realizó un análisis de la importancia de la vegetación urbana en el efecto de las islas de calor en la zona urbana (ICU) de la ciudad de Calceta de los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2019. Se realizó a partir de sistemas de información geográfica e imágenes multiespectrales del satélite Landsat 8 donde se procesaron las bandas del espectro 4,5 y 10 obteniendo Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) y la Temperatura Superficial Terrestre (LST) en el que se identificaron las zonas que presentan las más altas temperaturas superficiales a través de los años; con el fin de realizar una correlación que permitió identificar si inciden en el efecto ICU. Los resultados indicaron un NDVI mínimo de -0,040 correspondiente al año 2019, en los 5 mapas se muestran que los valores mínimos de -0,040 se encontraron en la zona céntrica urbana de la Ciudad mientras que los valores máximos del NDVI 0,631 se presentaron en los límites de la zona rural. Se presentó temperatura superficial terrestre mínimas de 17 °C del año 2014 y máximas hasta 32 °C en el año 2016. Los mapas de isla de calor presentaron una geometría levemente similar ubicándose en el centro del mapa. Se encontró una correlación inversa y significativa entre la temperatura LTS y NDVI asociada a aparición de las ICU ya que a medida que la temperatura aumenta el valor del NDVI disminuye, el efecto isla de calor afecta a la zona centro de la ciudad

**PALABRAS CLAVE:** Temperaturas superficiales, índice de vegetación diferencial, isla de calor.

## ABSTRACT

This study carried out an analysis of the importance of urban vegetation in the effect of heat islands in the urban area (ICU) of the city of Calceta in the years 2014, 2015, 2016, 2017 and 2019. It was carried out from geographic information systems and multispectral images of the Landsat 8 satellite where the spectrum bands 4,5 and 10 were processed obtaining normalized Differential Vegetation Index (NDVI) and the Terrestrial Surface Temperature (LST) in which the areas that present the higher surface temperatures over the years; in order to make a correlation that allowed us to identify if they affect the ICU effect. The results indicated a minimum NDVI of -0.040 corresponding to the year 2019, in the 5 maps it is shown that the minimum values of -0.040 were found in the central urban area of the City while the maximum values of the 0.631 NDVI were presented in the limits from the rural area. Minimum terrestrial surface temperatures of 17 °C in 2014 and maximums of 32 °C in 2016 were presented. The heat island maps presented a slightly similar geometry, located in the center of the map. An inverse and significant correlation was found between LTS and NDVI temperatures associated with the appearance of ICUs, since as the temperature increases, the value of the NDVI decreases, the heat island effect affects the downtown area of the city.

**KEY WORDS:** terrestrial surface temperatures, normalized differential vegetation index, urban heat island.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los árboles y arbustos, por su función natural prestan un sinnúmero de beneficios a las ciudades, realizan fotosíntesis capturando CO<sub>2</sub> de la atmósfera de forma natural y liberando oxígeno, regulan el clima, así como las lluvias, la temperatura, la erosión y prestan beneficios paisajísticos y culturales a la población, por ende, los parques urbanos tienen un papel importante en la calidad de vida de las urbes (Paulino, 2013). El aumento de edificaciones de hormigón y concreto, la amplitud de la red vial asfáltica, el aumento del parque automotor y de las emisiones vehiculares han incrementado sustancialmente la temperatura ambiental de los centros urbanos (Galindo-Bianconi & Victoria-Urbe, 2012).

La temperatura superficial es de vital trascendencia en los estudios de climatología urbana, debido a que condiciona y modula la temperatura del aire en las capas más bajas de la atmósfera urbana, además de que contribuye a estimar balances energéticos, determinar las condiciones bioclimáticas de los edificios y los cambios térmicos con el entorno que condicionan el confort de los habitantes (Sarricolea & Martín-Vide, 2014), por esta razón, está asociada al concepto de isla de calor urbana (ICU), el cual aparece como resultado de la expansión urbana que sufren las ciudades como diferencia entre la temperatura de las áreas urbanas y sus alrededores, y, que se constituye como el resultado de la modificación en la cobertura del suelo por procesos de urbanización que eliminan vegetación por materiales impermeables como asfalto y concreto, junto con el crecimiento de las actividades de transporte e industria que tributan al calentamiento urbano (Villanueva-Solís, Ranfla, & Quintanilla-Montoya, 2013).

Las islas de calor o islas térmicas urbanas hacen referencia al gradiente térmico que se observa entre los espacios urbanos densamente poblados y construidos tanto en la periferia rural como en la zona periurbana; el patrón espacial clásico de la isla térmica es concéntrico a modo de domo, donde las temperaturas más altas se dan en la zona central, y este patrón se asocia con la progresiva pérdida del entorno vegetal (Córdova, 2011). En una publicación del portal (REMICA,

2018) se establece que es necesario incluir en los archivos climáticos utilizados en los programas de simulación un modelo dinámico de la isla de calor urbana, en función de la morfología urbana que permita caracterizar estos espacios térmicamente, pero que emplee datos climáticos diferentes de las zonas urbanas y rurales.

El mismo portal de noticias (REMICA, 2018), expone que los índices elevados de las islas de calor suelen disminuir con envolventes vegetales en los edificios o corredores boscosos interconectados para mejorar la imagen de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes, neutralizando así sus efectos, lo que se presenta como una oportunidad de replantearse el diseño de las urbes, las cuales pueden mejorar a través del establecimiento de infraestructuras verdes, que al mismo tiempo minimizan el consumo de energía, mejoran la acústica y la calidad del agua, lo que deriva en la creación de hábitos de gestión del agua, agricultura urbana y da mayor longevidad a las cubiertas y bienestar social mediante la integración del humano con la naturaleza integrándola a las construcciones, logrando así lo estipulado por la OMS, la cual expresa que la cantidad de espacios verdes en una ciudad debería estar entre 9 y 15 metros cuadrados por persona; además de estar identificada como una medida de mitigación y/o adaptación ante el cambio climático desde un enfoque urbano (Villanueva-Solís, Ranfla, & Quintanilla-Montoya, 2013). El índice verde urbano en el Ecuador es de 13,01 m<sup>2</sup>/hab, de las 24 provincias del país, el 58%, cumplen con la recomendación de la OMS, pero el restante no lo hace.

Con los antecedentes expuestos se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué relación existe entre el fenómeno de la isla de calor urbana y la vegetación en la zona céntrica de la ciudad de Calceta?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Los cambios de uso de suelo, de morfología y de materiales del ambiente construido son algunos de los resultados que dejan a su paso los procesos de expansión urbana, considerados incidentes en el cambio climático. La morfología de las ciudades varía desde su centro hasta sus periferias, de igual forma lo hace su densidad poblacional, el uso de sus edificaciones, la presencia o ausencia de vegetación o la densidad de transporte; estas variables condicionan el comportamiento térmico de los espacios públicos; que influyen en el microclima de las ciudades, lo que se refleja en el aumento de las temperaturas y de ondas de calor sobre ciudades europeas y de Estados Unidos, lo que conlleva al aumento de consumo de energía para refrigeración (Carrasco, Palme, & Gálvez, 2016).

De todas las modificaciones urbanas, las térmicas son las más conocidas, la acción transformadora de los espacios boscosos o de vegetación a emplazamientos urbanos altera las condiciones ambientales, incluida la climatología urbana. La falta de grandes zonas verdes y el entubamiento de afluentes acuáticos reducen la oportunidad de transformar la energía solar a través de la fotosíntesis o evaporación del agua, demostrando una relación directa entre las altas temperaturas urbanas y la falta de vegetación, así como el exceso de pavimentos y asfaltos (Fuentes, 2014).

Para estudiar y desarrollar la climatología urbana, es cada vez más importante, debido a la tendencia global hacia la urbanización y el crecimiento desorganizado de las ciudades, lo que conlleva implicaciones directas en la calidad del aire, la salud pública, la gestión energética y la planeación urbana, por ello, mantener un control y manejo responsable sobre los microclimas urbanos es una tarea encomendada a la planificación y gestión ambiental de las ciudades, bajo los escenarios actuales de cambio climático, en el que se considere la transformación de las urbes integrado variables medioambientales y ecológicas que empleen a la flora urbana como el principal punto de apoyo de estos cambios (Quijano, Ramírez, & González, 2017).

Para conocer el cambio y el crecimiento de la ciudad se utiliza los datos de Landsat 8 disponibles en el sitio web de Earth Explorer gratis. Para este estudio, se utilizó la banda TIR 10 para estimar la temperatura de brillo y se utilizaron las bandas 4 y 5 para calcular el NDVI para a partir de estas variables identificar las islas de calor utilizando el software ArcGis (Avdan & Jovanovska, 2016).

En vista del crecimiento urbano en la ciudad de Calceta y el aumento de edificaciones con propósito residencial y comercial, y promoviendo el objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo (2017 -2021) donde se debe garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones que vigilará que las actividades productivas y obras de infraestructura, cumplan con estrictas normas de gestión ambiental para garantizar los recursos y acceso a futuras generaciones. Se hace necesario conocer cuál es el estado actual sobre el fenómeno de las islas de calor en la zona céntrica de la urbe, con miras a determinar futuras acciones correctivas en los planes de zonificación urbana y ordenamiento territorial.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la importancia de la vegetación urbana en la mitigación de la isla de calor en la zona céntrica de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las áreas de vegetación urbana existentes en la ciudad de Calceta.
- Estimar los efectos de la isla de calor urbana respecto a la temperatura en la zona céntrica de Calceta.
- Evaluar la relación entre la presencia de vegetación urbana y los efectos de la isla de calor urbana en la ciudad de Calceta.

#### **1.3.3. IDEA A DEFENDER**

La vegetación urbana a través de áreas verdes y parques tiene una alta importancia en la reducción de los efectos de la isla de calor de la zona céntrica de la ciudad de Calceta.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ISLA DE CALOR

De acuerdo con Rasilla y Allende (2016) es la diferencia temperatura entre un núcleo urbano y sus alrededores, fenómeno común en muchas localidades del planeta, para De Oliveira (2013), es el fenómeno más claro y documentado de las modificaciones del hombre en los centros urbanos poblados, donde se generan cambios térmicos a lo largo del día diferenciándose entre la jornada matutina y la noche a causa de la regulación de la temperatura mediados por la vegetación, el asfalto y el cemento.

Autores como Sarricolea y Martin (2014) la temperatura superficial es de extrema importancia en los estudios del clima urbano, ya que condiciona y modula la temperatura del aire en las capas más bajas de la atmósfera urbana (figura 2.1), las cuales son imprescindibles para estimar los balances energéticos, determinar las condiciones bioclimáticas en el interior de los edificios y también los intercambios térmicos con el entorno que afectan el confort de los habitantes de una ciudad.

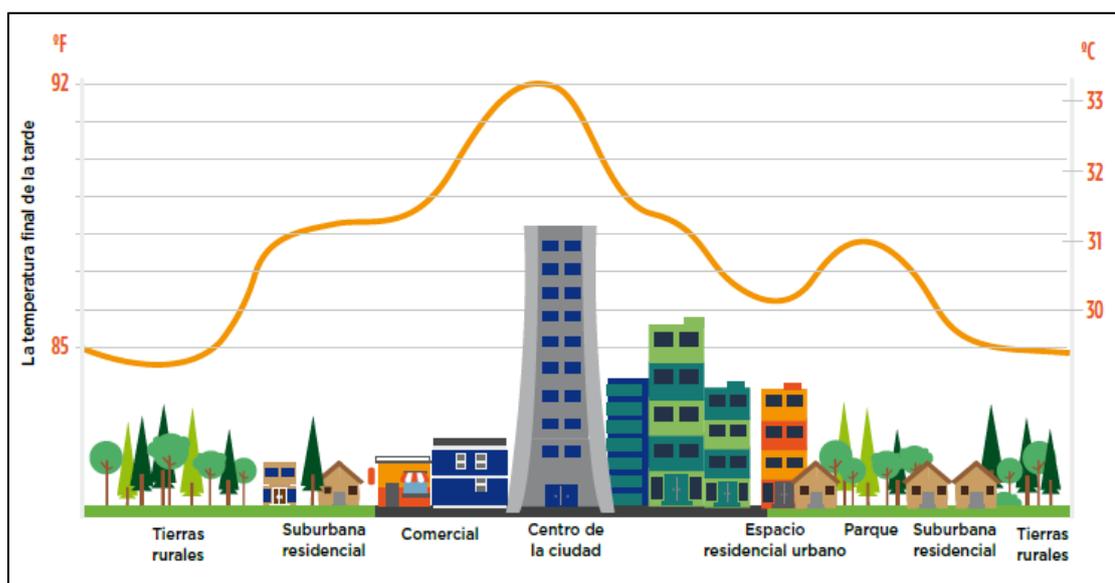


Figura 0.1 Diferencias de temperatura entre la ciudad y campo (Sarricolea y Martin,2014)

Para Naslud *et al.*, (2016) las altas temperaturas de las islas de calor cambian el clima local, produciendo, por ejemplo, temperaturas más cálidas al mediodía y menos heladas en la madrugada. Más calor provoca una mayor evaporación del

agua, es decir, mayores precipitaciones y aumento de cúmulos nimbus (nubes bajas cargadas de agua).

## **2.2. TIPOS DE ISLAS DE CALOR URBANA**

Las islas de calor urbanas se pueden según lo expuesto por (Paulo & Trindade, 2016) se pueden diferenciar en tres tipos:

- Isla de calor de superficie diagnosticada por teledetección;
- La isla de calor atmosférica inferior (urban canopy layer), entre el nivel del suelo y el nivel medio de los tejados;
- Isla de calor urbana atmósfera superior (urban boundary layer).

La característica más específica de la isla de calor urbana es su intensidad, la cual se entiende como la diferencia entre el máximo de la temperatura urbano y el mínimo de la temperatura de rural (Oke, 1987) citado por (Paulo & Trindade, 2016). García (1996) citado por Paulo y Trindade (2016), clasifica las diferencias térmicas en islas de calor de baja magnitud cuando las diferencias entre los puntos más calientes y fríos varían de 0°C a 2°C, media magnitud en el intervalo de 2°C a 4°C, fuerte magnitud cuando intervalo es de 4°C a 6°C y muy fuerte cuando superior de 6°C.

## **2.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL**

La temperatura superficial es una variante de la temperatura ambiente, la cual registra los valores de temperatura de emisión de las cubiertas de suelo a simple vista de pájaro empleando sensores remotos, lo que permite conocer su distribución espacial dentro de las áreas urbanas y estimar la isla de calor urbano (Sarricolea & Martín-Vide, 2014)

## **2.4. ORIGEN DE LAS ISLAS DE CALOR**

Todo proceso de urbanización sustituye los suelos y áreas naturales por superficies construidas, cuyos materiales se caracterizan por una baja reflectividad, con disminución de la capacidad de absorción de agua y un comportamiento térmico propicio para el almacenamiento y la emisión de calor (Fuentes, Islas de calor urbana en Tampico, México. Impacto del microclima a la

calidad del hábitat, 2014). Las islas de calor tienen su origen en los procesos de urbanización, los cuales generan cambios radicales y muchas veces irreversibles en la cubierta vegetal y en los usos de suelo, de igual manera causan interferencias en los flujos energéticos entre la atmósfera y las distintas superficies, alterando así el clima local (Tejedor, y otros, 2016).

## **2.5. CAUSAS ASOCIADAS AL FENÓMENO DE ISLAS DE CALOR**

Para Naslud *et al.*, (2016) el llamado fenómeno isla de calor se origina por diversas causas más allá de la absorción de la energía solar, entre las que se encuentran:

- Escasez de parques o áreas verdes en las ciudades, los árboles proporcionan sombra y césped; las plantas acumulan humedad, fenómeno que enfría el aire y el suelo.
- La gran concentración y cercanía de las personas viviendo en las urbes, hace que el calor aumente.
- El tamaño y distribución espacial de las ciudades también incide en la producción de calor, un gran número de edificios compactos que se construyen cercanos uno al otro, hace que el calor aumente.
- Los techos oscuros de casas y edificios absorben grandes cantidades de calor.
- La contaminación atmosférica procedente de la emisión de gases de efecto invernadero, otros contaminantes y material particulado.
- Calor y vapor de agua provenientes de la quema de combustibles, sistemas de refrigeración y calefacción.
- Recubrimiento del suelo con asfalto o concreto a prueba de agua.

## **2.6. EFECTOS DE LAS ISLAS DE CALOR**

Los efectos más palpables de la isla de calor urbana, se sienten desde el punto de vista del confort térmico, ya que la presencia de las islas de calor e islas de sequedad en las ciudades puede tener importantes efectos sobre la calidad de vida de los habitantes, causando repercusiones sobre la salud humana como es

el estrés térmico o una mayor exposición a contaminantes, e incluso la mortalidad cuando se supera los 36°C (Tejedor *et al.*, 2016).

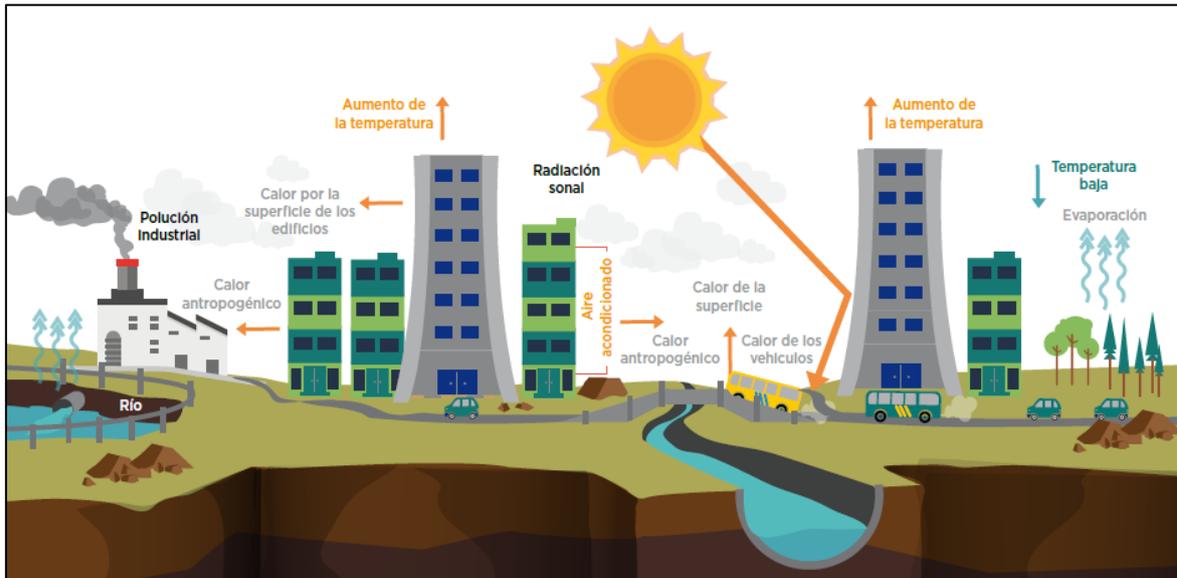


Figura 0.2 Islas de calor y sus efectos (Sarricolea y Martin,2014)

## 2.7. METODOLOGÍA PARA MEDIR LA ISLA DE CALOR

Un método tradicional de medición han sido las comparaciones entre los registros de temperatura del aire de estaciones urbanas y rurales o bien mediante transectos. Un método alternativo es la obtención de información térmica de la superficie terrestre a través de sensores instalados en plataformas aerotransportadoras, éstos proporcionan información con mayor resolución espacial que las observaciones tradicionales (Rasilla & Allende, 2016).

## 2.8. NATURACIÓN URBANA COMO MECANISMO CONTRA LA ICU

En el tratamiento del espacio libre en torno a los edificios, el tipo de urbanización que se realice, la presencia de láminas de agua, la presencia o ausencia de vegetación, así como de su distribución y tipo, etc., provocan repercusiones que van mucho más allá de la estética. De esta forma si se incorpora lo “verde” a la ciudad se podría poner remedio a gran parte de los problemas que en estas se originan; este proceso recibe el nombre de naturación y se basa en la implementación de estrategias y acciones sobre el verde urbano con el fin de

producir una naturalización del sistema ciudad, es decir, atraer a la fauna silvestre sin que resulte perniciosa desde el punto de vista de la sostenibilidad (Raéz, 2018).

Para frenar los problemas que la urbanización acarrea, en especial los ocasionados por las islas de calor, debido a que la pavimentación además de evitar la infiltración al subsuelo del agua de lluvia, aumenta la temperatura al atrapar los rayos del sol, esto sumado al calor que se desprende de las actividades humanas como la automotriz, estufas, aparatos eléctricos, climatizadores artificiales, etc., la naturación urbana se apuntala como la mejor solución para contrarrestarlos (Galindo-Bianconi & Victoria-Uribe, 2012).

## **2.9. LA TELEDETECCIÓN COMO MEDIDA PARA IDENTIFICAR ISLAS DE CALOR URBANA**

Con la evolución de las técnicas y la facilidad de acceso a las imágenes orbitales, la teledetección se ha convertido en una importante herramienta para el seguimiento de los procesos ambientales y se ha utilizado con gran frecuencia en estudios climatológicos que contribuya a hacer diagnósticos de las islas de calor superficie, la identificación de los niveles de vegetación y permitir la toma de decisiones para la conservación del medio ambiente Ramos (2010) citado por Paulo y Trindade en el 2016.

De acuerdo con Jensenn (2009) citado por Paulo y Trindade (2016), la teledetección es el registro de la información de una determinada región, sin contacto, a través de instrumentos, tales como, los dispositivos ubicados en plataformas como aviones o satélites, y el análisis de la información adquirida a través del procesamiento digital de la imagen o visual. El objeto reflejado es registrado por el sensor de medición de la radiación electromagnética, como la luz solar reflejada desde la superficie de cualquier objeto.

## **2.10. SENSORES REMOTOS EN LA TELEDETECCIÓN**

Los sensores remotos son dispositivos capaces de registrar la radiación electromagnética, expresados en términos de longitud de onda. El espectro electromagnético se divide en regiones o bandas espectrales, así, cada objetivo

de la superficie de la tierra que emite o refleja la radiación tiene un comportamiento diferente de onda en el espectro electromagnético (Paulo & Trindade, 2016).

## **2.11. MODELO DE OBTENCIÓN DE TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE**

Calculando LST de imágenes de teledetección es necesario ya que es un importante factor que controla la mayoría de los factores físicos, químicos y biológicos procesos de la Tierra. El algoritmo presentado en este artículo ha sido desarrollado utilizando ERDAS IMAGINE 2014, con Model Maker (Avdan & Jovanovska, 2016).

Crear un modelo que repetirá el proceso automáticamente, y es fácil desarrollar una herramienta sencilla útil para hacer cálculos de píxeles. La herramienta presentada en esta investigación se utiliza para calcular la LST de una imagen LANDSAT 8 dada con la entrada de la cuarta (longitud de onda roja / micrómetros, 0,64-0,67), quinto (infrarrojo cercano (NIR) longitud de onda / micrómetros, 0,85–0,88) y décimo (sensor térmico de infrarrojos (TIRS) longitud de onda / micrómetros, 10,60– 11.19) bandas. Después del 6 de enero de 2014, las recomendaciones de USGS (2016) de no usar TIRS Band 11 debido a su calibración más grande incertidumbre, solo la Banda 10 se incluyó en el algoritmo (figura 2.3).

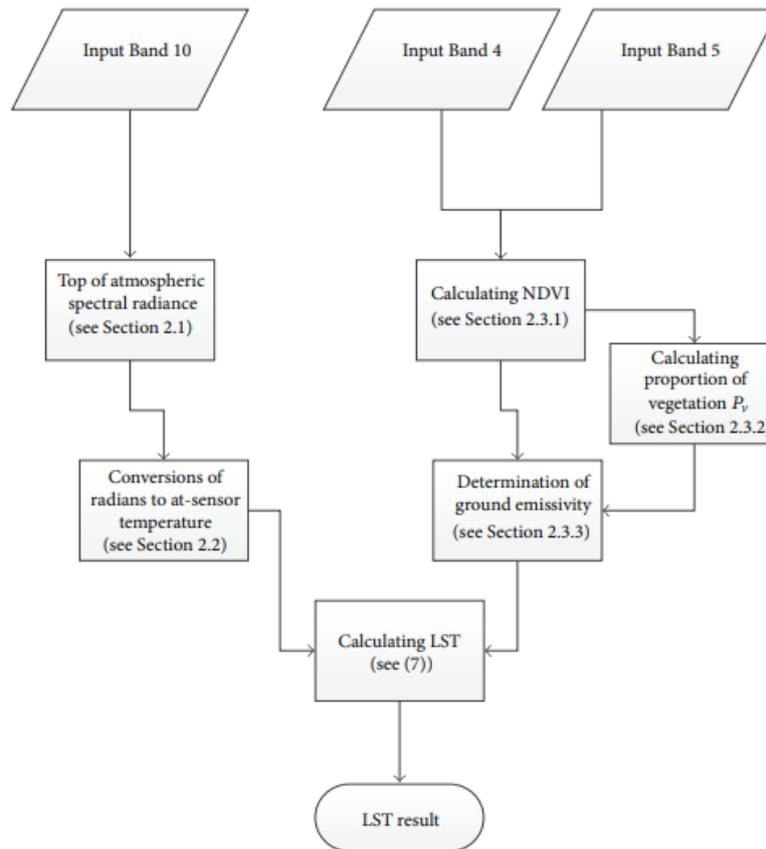


Figura 0.3 Diagrama de flujo para la obtención de LST (Avdan y Jovanovska, 2016)

La imagen se puede recuperar siguiendo los pasos de la figura 2.3. Los datos de Landsat 8 están disponibles en el sitio web de Earth Explorer gratis. En este estudio, la banda TIR 10 se utilizó para estimar la temperatura de brillo y se utilizaron las bandas 4 y 5 para calcular el NDVI (Avdan & Jovanovska, 2016).

## 2.12. DATOS RÁSTER

En su forma más simple, un ráster consta de una matriz de celdas (píxeles) o la resolución espacial organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura (figura 2.4). Los rásteres son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados (ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2016).

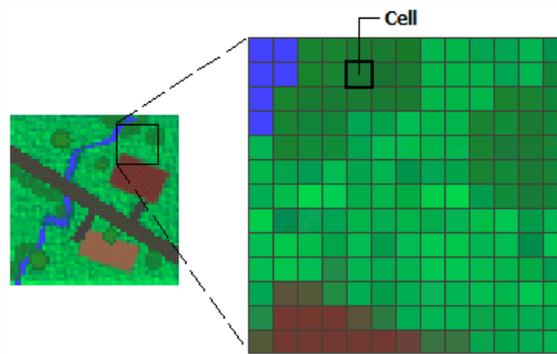


Figura 0.4 Ejemplo de celda o pixeles (ESRI, 2016)

Los datos almacenados en formato ráster representan fenómenos del mundo real:

- Los datos temáticos (también conocidos como discretos) representan entidades como datos de la tierra o de uso de la tierra.
- Los datos continuos representan fenómenos como la temperatura, la elevación o datos espectrales, entre ellos imágenes satelitales y fotografías aéreas.

ESRI (2016) menciona que la dimensión de las celdas puede ser tan grande o pequeña como sea necesario para representar la superficie transmitida por el dataset ráster y las entidades dentro de la superficie. El tamaño de celda determina el grosor o la delgadez con la que aparecerán los patrones o las entidades en el ráster. Cuanto más pequeño sea el tamaño de celda, más suave o detallado será el ráster (figura 2.5). Sin embargo, cuanto mayor sea el número de celdas (figura 2.5), más tiempo tardará en procesar, aumentándose a su vez la demanda de espacio de almacenamiento.

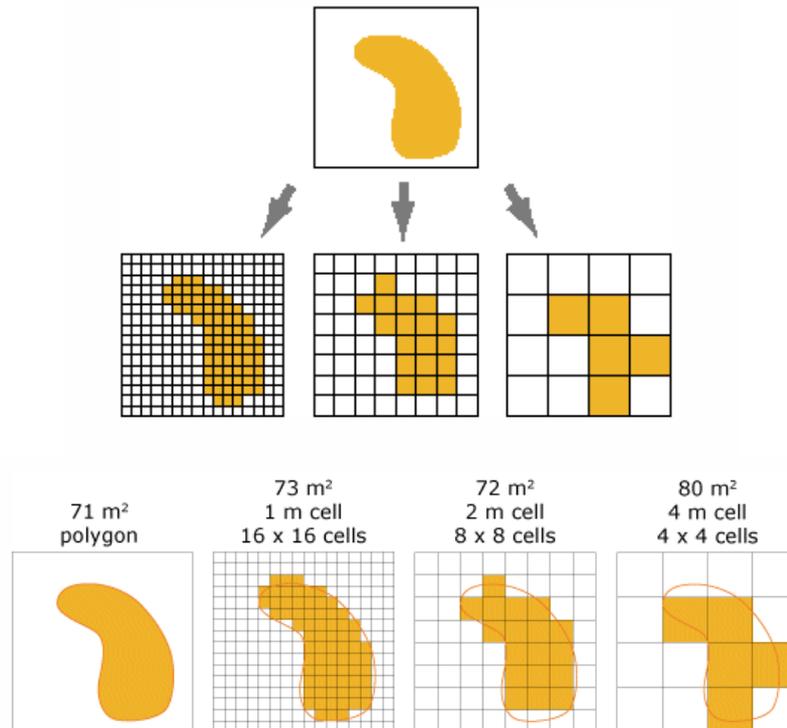


Figura 0.5 Ejemplo de tamaño de celda y resolución (ESRI, 2016)

Si bien la estructura de datos ráster es simple, es excepcionalmente útil para una amplia variedad de aplicaciones. En un SIG, los usos de los datos ráster se pueden dividir en cuatro categorías principales: Rásteres en forma de mapas base, mapas temáticos, de atributos de una entidad y en forma de mapas de superficie.

En esta investigación se empleó rásteres en forma de mapas de superficie, ya que son apropiados para representar datos que cambian continuamente en un entorno (superficie). Ofrecen un método efectivo para almacenar la continuidad en forma de superficie. También proporcionan una representación de superficies con espacios regulares. Su aplicación más común de los mapas de superficies es para las precipitaciones, la temperatura, la concentración y la densidad de población, también pueden definir superficies que se pueden analizar espacialmente (Escobar, 2001).

## 2.13. VEGETACIÓN EN EL CANTÓN BOLÍVAR

De acuerdo con lo reportado en la Memoria Técnica del cantón Bolívar elaborada por el Ministerio de Defensa Nacional (2012), la vegetación natural está

representada principalmente por bosques, húmedos, matorral húmedo, vegetación herbácea de humedal y vegetación herbácea húmeda con un área de ocupación conjunta de 15 744,36 hectáreas. Esta cobertura natural se encuentra distribuida por todo el cantón, pero con mayor frecuencia en el sector de Murucumba, Bajo Grande y El Limón, se presentan en las colinas fuertes y escarpadas del cantón donde existe difícil acceso humano. Hablando exclusivamente en la zona céntrica de la ciudad destacan las siguientes especies: almendro, guachapelí, mangos, palmas, samanes, entre otros. En función de estas especies, lo recomendable desde el punto de vista técnico es sembrar árboles con troncos altos y copas amplias como el guachapelí en zonas de poco espacio y en áreas donde el terreno sea más amplio, sembrar samanes que dan mucha sombra.

#### **2.14. LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN.**

Se comprobó un descenso leve de los valores de máximos de NDVI entre los años 2015 a 2017, para la mayoría de las escenas y a su vez en este mismo periodo de tiempo existe una variación moderada leve de incremento y descenso de los valores mínimos de NDVI. Se apreció visualmente que la intensidad de calor está distribuida uniformemente a lo largo de la ciudad para las seis imágenes empleadas. Se identificaron zonas al noroeste de Guayaquil con gran concentración de calor, sin embargo, no se las considera islas de calor urbano ya que en ellas hay presencia de canteras y cerros desnudos. Los rangos máximos de temperatura superficial terrestre entre 45 °C - 53 °C. Acerca de la correlación entre la temperatura superficial terrestre y el NDVI de que las regiones con valores más bajos de NDVI presentaron una mayor intensidad térmica (García, 2018).

## **2.15. IDENTIFICACIÓN DE ISLAS DE CALOR EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA UTILIZANDO IMÁGENES DEL SATÉLITE LANDSAT 5tm**

Lima Metropolitana cuenta con muy pocas estaciones meteorológicas, lo cual dificulta obtener temperaturas de la superficie en forma distribuida e imposibilita la identificación de las Islas de Calor (IC). Sin embargo, mediante el uso de imágenes del satélite LANDSAT 5TM, pudimos obtener la temperatura de superficie e identificar las IC, analizando para ello seis eventos que fueron corregidos por emisividad. Los eventos analizados corresponden a los registrados a las 10:00 a.m. en las siguientes fechas: 11 de febrero del 2008, 15 de abril del 2008, 1 de mayo del 2008, 2 de abril del 2009, 31 de enero del 2010 y 7 de marzo del 2011. Asimismo, se obtuvieron datos de temperatura del aire de 6 estaciones meteorológicas para estos eventos. Se encontró islas de calor negativas durante la mañana principalmente en las zonas no urbanas. Se ubicaron 5 islas de calor urbanas, 7 islas en zonas industriales y comerciales, y 3 micro islas de calor urbanas. La asociación entre temperatura del aire, temperatura de superficie y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) fue muy baja, mientras que el coeficiente de correlación mejora para la relación del NDVI (Soberón y Esaúl, 2016).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

Se desarrolló en la ciudad de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, en la zona céntrica de la cabecera cantonal. Calceta tiene una temperatura mayor de 30,80°C, temperaturas mínimas del mes más frío es Calceta con 18,99°C. De acuerdo con los datos de la precipitación acumulada del mes más húmedo es 380 y mínima de 220 mm. Las coordenadas del estudio son X= 592825,43 Y=9906641,84

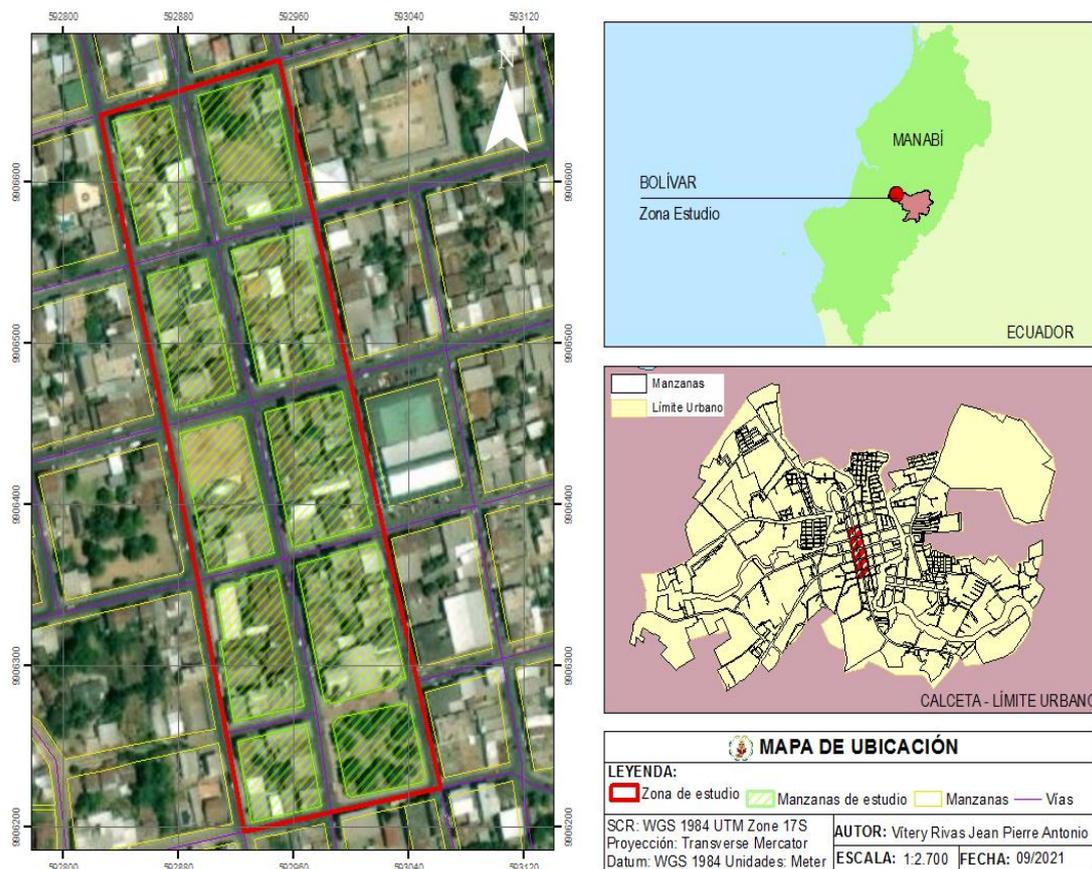


Figura 0.1 Mapa de Ubicación

## 3.2. DURACIÓN

La investigación tendrá una duración de nueve meses a partir de la fecha de aprobación del proyecto de titulación.

### **3.3. VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Isla de calor

#### **3.3.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

- Área de Vegetación urbana

### **3.4. MÉTODOS**

Los métodos empleados fueron el analítico debido a que se examinaron variaciones de temperatura y de usos de suelo, los cuales fueron obtenidos por medio de teledetección. De igual forma se utilizó el método lógico deductivo partiendo de la relación entre la vegetación y su función como regulador del clima (Hidalgo, 2020) además, la investigación se apoyó en datos estadísticos ya que el fenómeno estudiado se desintegro en sus causas y efectos obteniendo una valoración acorde a la realidad del caso en estudio.

### **3.5. TÉCNICAS**

Se utilizó el análisis estadístico de la correlación de Pearson para ajuste de los datos obtenidos sobre las variables de estudio y la revisión bibliográfica para conocer de las variaciones de temperatura, así como de estudios realizados sobre el fenómeno de isla de calor. Complementario a eso se realizará un procesamiento y análisis de imágenes satelitales LANDSAT para identificación de un aumento en los patrones de temperatura del casco urbano de la ciudad de Calceta.

## **3.6. PROCEDIMIENTOS**

### **3.6.1. FASE 1. IDENTIFICAR LAS ÁREAS DE VEGETACIÓN URBANA EXISTENTES EN LA CIUDAD DE CALCETA**

#### **Actividad 1. Descripción del área de estudio**

Para el estudio de la ICU (isla de calor urbano) se realizó una descripción total del área de estudio de la zona céntrica de la ciudad de Calceta, respecto al número de edificaciones, calles, manzanas y barrios que la conforman, así como la cantidad de árboles existentes en la zona de estudio por medio de información del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Bolívar, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), Plan de Uso y Gestión del Suelo ( PUGS) del GAD Cantón Bolívar, cartografía existente en el GAD Bolívar y geoportales como: Instituto Geográfico Militar (IGM), Sistema Nacional de Información (SNI), de google earth, sumado a eso se verificó la información por medio de una ficha de observación (anexo 3) así como también en estudios realizados por la ESPAM MFL sobre calidad de aire efectuados en la ciudad.

#### **Actividad 2. Recopilación de imágenes satelitales.**

Como primer paso, se obtuvo las imágenes satelitales por medio de la base de datos United States Geological Survey (USGS). Para los criterios de selección se contempló imágenes satelitales LANDSAT 8 OLI/TIRS, el porcentaje de nubosidad (<30%) en la ubicación geográfica de la localidad de Calceta para los años 2014 – 2019, para la selección de las imágenes se consideró según la disponibilidad y calidad.

#### **Actividad 3. Ajuste de información digital**

Una vez obtenida la información, se procedió a analizar cada imagen en cuanto a su calidad para la zona de estudio, teniendo en cuenta la nitidez, resolución y el porcentaje de nubosidad presente en esa área, luego se examinó las imágenes con las que se pueda trabajar que reúnan los mejores atributos.

Una vez descargadas las imágenes satelitales se proyectaron las imágenes, y se procedió a cargar la capa de área de estudio; con la capa de límite urbano de

la Ciudad de Calceta donde se encuentra el área de estudio de la ciudad de Calceta y se procederá a su extracción con la herramienta Extract by Mask, generando el polígono de la localidad, el cual se utilizó como imagen de referencia para el cálculo de Temperatura Superficial Terrestre (LST) y el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI.

#### **Actividad 4. Cálculos de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada**

El siguiente paso fue calcular el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NDVI, el cual se empleó para mejorar la discriminación entre dos cubiertas del suelo con diferentes comportamientos espectral en dos bandas, de esta manera identificar suelos ausentes de vegetación y suelos con vegetación en el visible e infrarrojo cercano del espectro electromagnético, por ello se produce un notable contraste espectral entre la baja reflectividad de la banda roja del espectro y la banda del infrarrojo cercano, lo que permite separar con relativa claridad la vegetación de otras cubiertas o suelos desnudos (Soberón & Esaúl, 2016).

Para estimar los valores de NDVI en la zona de estudio de la ciudad de Calceta se utilizó las bandas 4 y 5 de cada imagen satelital por año.

El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado se calcula mediante la expresión 3.1 (Muñoz, 2013) :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} [3.1]$$

En dónde:

**NIR:** Banda del infrarrojo cercano

**RED:** Banda visible rojo.

La escala va de -1 a 1 con el valor cero representando el valor aproximado donde empieza la ausencia de vegetación. Los valores negativos representan superficies sin vegetación. La normalización que realiza reduce el efecto de la degradación de calibración del sensor y la influencia de los efectos atmosféricos (Muñoz, 2013).

- **Cálculo de NDVI en ArcGIS**

Para obtener los valores NDVI en imágenes Landsat 8 usando ArcGIS se aplica la ecuación 3.2.

$$NDVI = \frac{\text{Float (banda 5 - banda 4)}}{\text{Float (banda 5 + banda 4)}} \quad [3.2]$$

En las imágenes Landsat 8, la banda 4 (0,630 – 0,680  $\mu\text{m}$ ) corresponde al rojo (R) y la banda 5 (0,845 – 0,885  $\mu\text{m}$ ) al infrarrojo (NIR), por lo tanto, para el cálculo NDVI se requiere contar con ambas bandas. Se obtuvo el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado para las 5 imágenes establecidas.

### 3.6.2. FASE 2. ESTIMAR LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA RESPECTO A LA TEMPERATURA EN LA ZONA CÉNTRICA DE CALCETA

#### Actividad 5. Cálculo de la Temperatura Superficial Terrestre.

Para calcular el LST se utilizó las fórmulas de USGS (2016) debido que los datos de Landsat Collections Level-1 se pueden reescalar a reflectancia y / o radiancia de la parte superior de la atmósfera (TOA) utilizando coeficientes de reescalado radiométrico proporcionados en el archivo de metadatos que se entrega con el producto Level-1. El archivo de metadatos también contiene las constantes térmicas necesarias para convertir los datos de la banda térmica a la temperatura de brillo TOA, para realizar este procedimiento se utilizó la ecuación 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3,7.

- **Conversion a TOA (Top of Atmospheric) radiancia spectral  $L_{\lambda}$ .**

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad [3.3]$$

En dónde:

$L_{\lambda}$  = Radiancia espectral TOA (Watts / (m<sup>2</sup> \* srad \*  $\mu\text{m}$ ))

$M_L$  = Factor de cambio de escala multiplicativo específico de banda de los metadatos

$A_L$  = Factor de ajuste de escala aditivo específico de banda de los metadatos

$Q_{cal}$  = Valores de píxeles del producto estándar cuantificados y calibrados (DN)

- **Conversión a de TOA a Brightness Temperature (Temperatura de brillo)  $BT$ .**

Los datos de la banda térmica se convirtieron de radiancia espectral a temperatura de brillo superior de la atmósfera utilizando las constantes térmicas en el archivo MTL aplicando la ecuación 3.4.

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.5 \quad [3.4]$$

En dónde:

$BT$  = Temperatura de brillo superior de la atmósfera (K) donde:

$L_\lambda$  = Radiancia espectral TOA (Watts / (m<sup>2</sup> \* srad \* μm))

$K_1$  = Constante de conversión térmica específica de banda de los metadatos.

$K_2$  = constante de conversión térmica específica de la banda de los metadatos.

Posterior, se normalizo los niveles térmicos con el índice de vegetación debido donde existe mayor vegetación hay mayor humedad relativa por ende la temperatura superficial terrestre baja porque llega al punto de saturación, para lo cual se realizó los siguientes cálculos para obtener la temperatura superficial terrestre:

- **Cálculo la proporción de vegetación  $P_v$**

Se determinó la porción de la vegetación a partir del NDVI con sus valores máximos y mínimos respectivamente empleando la ecuación 3.5.

$$P_v = \text{Square}\left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}\right) \quad [3.5]$$

- **Cálculo de la Emisividad  $\epsilon$**

Luego de Obtener los valores de NDVI y  $P_v$ , se recurrió a determinar las distintas emisividades, las cuales se calcularon mediante valores diferentes para las bandas 10 y la banda 11 (ecuación 3.6)

$$\varepsilon = 0,004 * P_v + 0,986 \quad [3.6]$$

- **Cálculo la temperatura de superficie de la tierra**

Para la obtención de la Temperatura de la superficie terrestre, se empleó la ecuación 3.7.

$$LST = \left( \frac{BT}{1 + \left( \frac{0,00115 * BT}{1,4388} \right) * Ln(\varepsilon)} \right) [3.7]$$

En dónde:

W= constante de Wavelength ( $11,5 \mu\eta = 0,00115$ )

P=  $h * c / s = 1,43888$

h = Constante de Plancks

c = Constante de Boltzmann

s = Velocidad de la luz

## **Actividad 6. Delimitación y análisis de las Islas de calor**

Para determinar las islas de calor se utilizó el método de teledetección, donde se obtienen las características de temperatura del espacio urbano al medir la energía reflejada y emitida por las diversas superficies (Villanueva, 2015).

La detección de la Isla de Calor se realizó por los datos de temperaturas (LST) obtenidos mediante las imágenes satelitales. Se realizó la zonificación de los focos de Isla de calor dentro del área de estudio utilizando el método propuesto por García (2018), para lo cual se hizo una delimitación en el área urbana con un polígono creado a partir de la diferencia de temperatura generada en ArcMap 10.5 por el valor desviación típica de la herramienta Focal Statistics de la sección Neighborhood de Spatial Analyst tools para el posterior análisis de los 5 mapas de Temperatura Superficial Terrestre.

Para analizar las islas de calor, en forma conjunta, se elaboró un mapa representativo, este mapa permitió ubicar con mayor precisión las islas de calor. Se consideró como islas de calor urbanas a aquellas superficies que tienen una temperatura mayor al promedio de la temperatura encontrada en el área urbanizada (Soberón & Esaúl, 2016).

### **3.6.3. FASE 3. EVALUAR LA RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN URBANA Y LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE CALCETA.**

#### **Actividad 7. Correlación de Pearson para los datos obtenidos**

Para este paso, se halló la correlación de Pearson de las variables de NDVI y LST. Se utilizó este coeficiente porque es pensado para variables cuantitativas donde mide el grado de covarianza entre distintas variables relacionadas de manera lineal.

Se obtuvieron los datos de los mapas de temperatura superficial terrestre junto con los mapas de NDVI correspondientes a la misma fecha; para este proceso se utilizó una red de puntos a través de la herramienta de Spatial Analyst tools de ArcMap 10.5 donde se extrajeron los datos (anexo 8) y posteriormente, se aplicó un análisis estadístico para comprobar su correlación utilizando el programa IBM Statistics SPSS.

Estas ecuaciones implican que la correlación variara entre -1 y 1, donde 1 significa una correlación positiva (es decir, al incrementarse una variable se incrementa la otra) y -1 una correlación negativa (al incrementarse una variable disminuye la otra).

Para realizar las interpretaciones se utilizó la tabla 3.1 de valores del Coeficiente de correlación de Pearson elaborada por Suárez (2011).

**Tabla 0.1** Valores de interpretación del Coeficiente de correlación de Pearson

<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja

0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

---

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE VEGETACIÓN URBANA EXISTENTES EN LA CIUDAD DE CALCETA**

#### **4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El crecimiento urbano de la ciudad de Calceta es el corazón del cantón Bolívar, considerada como la parroquia urbana, con cuatro entradas salidas y un solo centro, dividida por sus bordes naturales los ríos sectorizan la ciudad, creando así barrios, unos más densos que otros, conectados por calles. Este territorio cuenta con 15,093 predios, de los cuales son: 7,639 predios urbanos y 7,454 predios rurales (anexo 1) (Gobierno Autónomo Descentralizado Bolívar (GAD Bolívar), 2020). En la cartografía del cantón se puede apreciar la Zona de Expansión Urbana inmediata, sobre la cual se establece, como punto de partida las zona urbana y rural existentes, con los centros urbanos o parroquias, con una superficie de 6 352,50 ha (63,53 Km<sup>2</sup>).

La cartográfica de Calceta dispuesta por el PUGS de GAD Bolívar (2020) se divide en 25 barrios y 3 espacios de uso públicos (anexo 2) como se muestran en la tabla 4.1. El Barrio Central (M-01) corresponde al casco urbano, por ende, este sector es comercial lo que conlleva a la invasión del espacio público (soportales) con mobiliarios que son utilizados por estos negocios que se convierten en barreras para el tránsito del peatón (anexo 4).

**Tabla 0.1** Polígonos urbanísticos de intervención territorial del PUGS de GAD Bolívar (2020).

<b>COD</b>	<b>Localización</b>	<b>Área h / m<sup>2</sup></b>
C-C 01	Platanales Sur	16.91 h / 169109.11 m <sup>2</sup>
C-C 02	Parque central y reloj público	0,46 h / 4633.89 m <sup>2</sup>
C-C 03	Vagones del ferrocarril	0,10 h / 1016.75 m <sup>2</sup>
M-01	Barrio Central	7,62 h / 76291.68 m <sup>2</sup>
R1-01	Barrio Central y Ciudadela El Maestro	24.21 h / 242150.02 m <sup>2</sup>
R1-02	Barrio San Bartolo	32.97 h / 329779.82 m <sup>2</sup>
R1-03	Barrio San Felipe Barrio la Karina	14.35 h / 143550.96 m <sup>2</sup>
R1-04	Barrio Inés Moreno	7.43 h / 74342.23 m <sup>2</sup>
R1-05	Barrio Las Mercedes Ciudadela María Sol	33.64 h / 336481.39 m <sup>2</sup>
R2-01	Barrio San José Barrio Santa Martha	12.84 h / 128459.74 m <sup>2</sup>
R1-06	Ciudadela Divino Niño	3.27 h / 132774.42 m <sup>2</sup>
R2-02	Barrio Los Ceibos Barrio Miraflores	24.63 h / 246351.38 m <sup>2</sup>
R2-03	Barrio Central Barrio norte	8.33 h / 83398.75 m <sup>2</sup>
R2-04	Barrio Platanales Norte Barrio 12 de octubre	58.86 h / 588610.27 m <sup>2</sup>
R1-07	Barrio Los Ceibos	16.22 h / 162239.93 m <sup>2</sup>
R1-08	Barrio San Lorenzo	51.30 h / 513011.21 m <sup>2</sup>
R1-09	Barrio La Juanita	27.36 h / 273618.47 m <sup>2</sup>
R1-10	Barrio San José Barrio El Morro	96.08 h / 960896.53 m <sup>2</sup>
R1-11	Barrio Platanales Este	13.53 h / 135387.26 m <sup>2</sup>
R1-12	Barrio Miraflores Barrio Las Delicias	148.04 h / 1'480453.9m <sup>2</sup>

El área de estudio abarca 61073,9 m<sup>2</sup> de la zona urbana en Calceta, el cual se encuentra el Barrio Central y el parque Central donde agrupan 9 manzanas, y las calles: Salinas, Sergio D. Dueñas, 10 de Agosto, Cesar Villamar, Bolívar, Calle Ricaurte, Granda Centeno, Abdón Calderón y S/N. Esta zona está constituida por 147 edificaciones (figura 4.1), y 188 árboles/arbustos.

Esta zona está compuesta por pavimento asfáltico en sus calles, veredas de cemento y edificaciones, la vegetación urbana predomina en la manzana A con 28 árboles (calles Cesar Ovidio Villamar, 10 de agosto, Salinas y Sergio Domingo Dueñas) y en el parque Central (manzana E) se encuentra la mayoría de vegetación urbana con aproximadamente 160 árboles considerado como el pulmón de la ciudad, uno de los principales centros de recreación de la ciudad (anexo 3).

La zona de estudio se puede dividir en zonas de uso comercial–bancos (manzana A, F, G, I), zona mercado (Manzana B, C, D), zona iglesia-parque (Manzana E), zona plaza cívica (Manzana H).

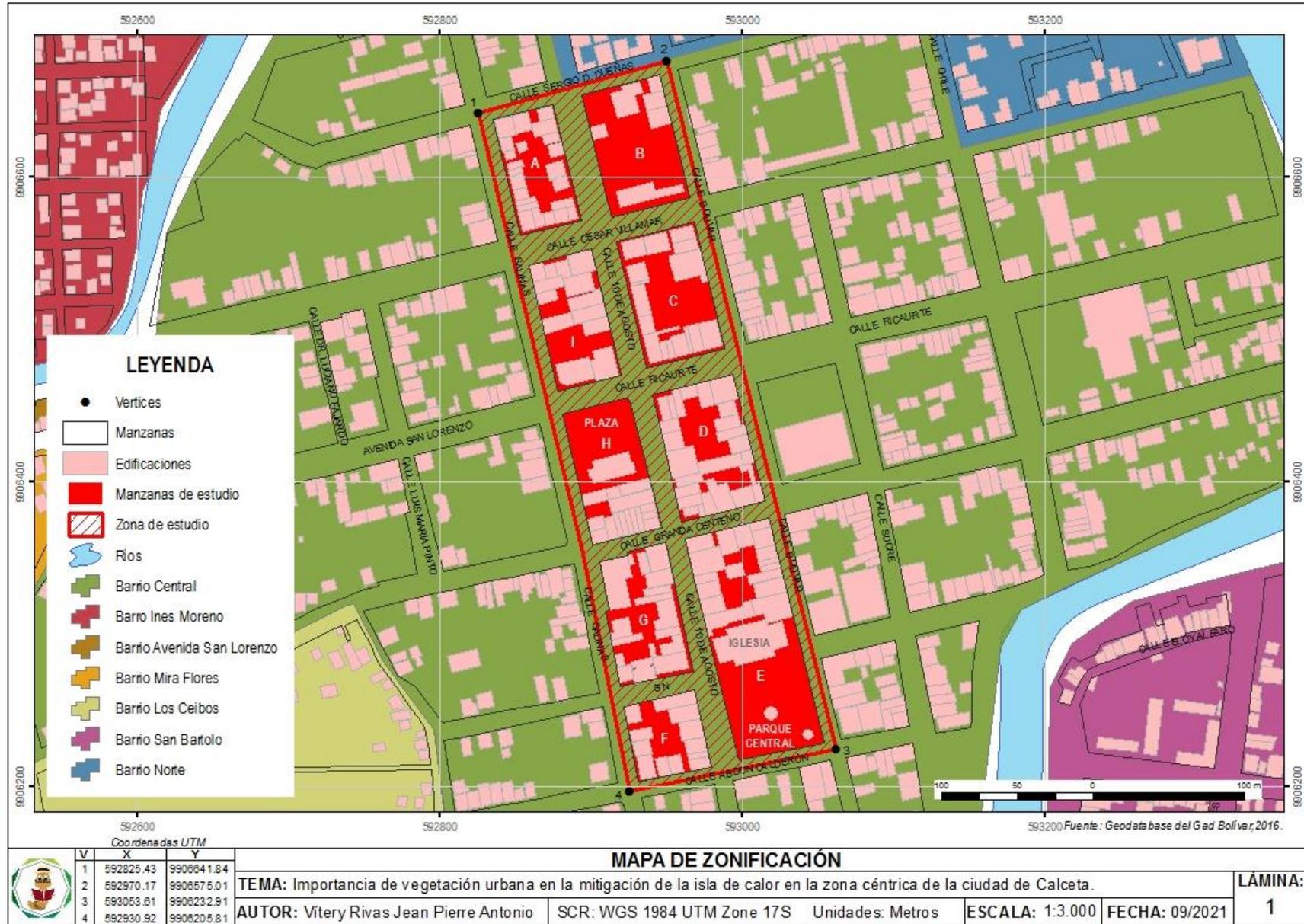


Figura 0.1 Mapa de Zonificación

#### **4.1.1.1. CLIMA**

En base a los datos, Calceta tiene la mayor temperatura con 30.80°C, temperaturas mínimas del mes más frío es Calceta con 18,99°C. De acuerdo con los datos de la precipitación acumulada del mes más húmedo es 380 mm y mínima de 220, mientras que la precipitación acumulada del mes más caluroso Calceta con 982 mm máxima y mínima con 547 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado Bolívar (GAD Bolívar), 2020).

El aire de la zona urbana de Calceta según el estudio realizado por Vivas, Mendoza, Loureiro, Delgado, Pincay, y Vera (2019) los niveles contaminantes analizados en su investigación como: monóxido de carbono (CO), material particulado sedimentable (MPS) y Nivel de Presión Sonora (NPS) exceden lo estipulado en la normativa nacional (TULSMA anexo 4 y 5), son atribuibles a tráfico vehicular y al escaso índice verde urbano que existe en el cantón Bolívar (2,36 m<sup>2</sup> por habitante).

En contraste, la ciudad cuenta con pocas áreas verdes públicas, superficie que representa una dotación de 2,36 m<sup>2</sup> por habitante, mientras que la Organización Mundial de la Salud establece 9 m<sup>2</sup> por habitante, por lo tanto, existe un importante déficit.

#### **4.1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Las imágenes Landast se encuentran disponibles en datos ráster compuestas por bandas las cuales varían su resolución, el sensor OLI se compone de nueve bandas espectrales, las mismas que poseen una resolución espacial de 30 metros correspondientes a los números 1 al 7 y 9 de las bandas. Por otra parte, la banda 8 es de carácter pancromático y posee una resolución de 15 metros.

El sensor TIRS contiene las bandas térmicas 10 y 11, las mismas que captan datos de temperatura a 100 metros de resolución y pretende brindar un dato más preciso de este parámetro en la superficie. Se detalla los datos de las imágenes satelitales utilizados en la tabla 4.2.

**Tabla 0.2 .** Detalles de metadatos de imagen Landsat 8 TIRS/OLI

Landsat	Nº	Fecha	Path/Row	Nubosidad	Bandas utilizadas	
					LST	NDVI
8 OLI/tirs	1	2014/ 08/ 02	11/61	23,06	10	4 - 5
	2	2015/ 09/ 06	11/61	8,68	10	4 - 5
	3	2016/ 11/ 27	11/61	8,99	10	4 - 5
	4	2017/ 05/ 06	11/61	25,88	10	4 - 5
	5	2019/ 04/ 26	11/60	22,09	10	4 - 5

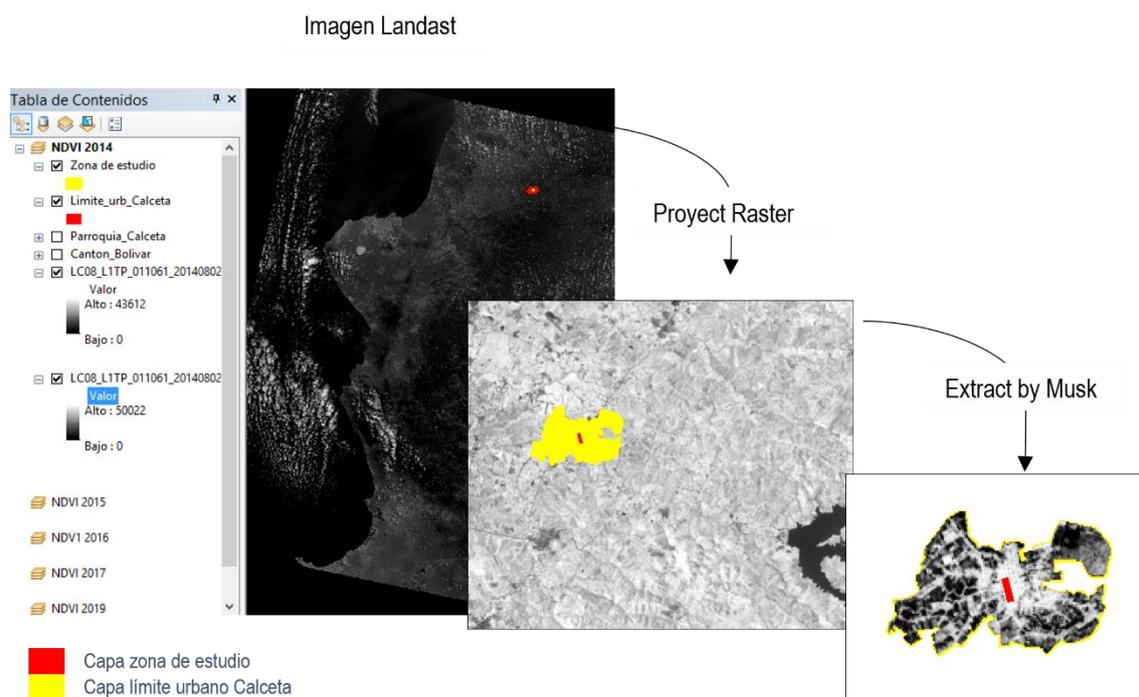
\*LST= Temperatura superficial terrestre

\*NDVI= Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

Al utilizar las bandas 10, 4 y 5 que presentan resoluciones espaciales de 100 m y 30 mm la nitidez de la imagen es baja, ya que cuanto mayor sea el número de celda más tiempo tardará en procesar, aumentándose a su vez la demanda de espacio de almacenamiento, además se debe considerar que la escala de trabajo es pequeña (1:20.000) debido que la zona de estudio es de poca extensión en consideración de la imagen total (figura 4.2).

#### 4.1.3. AJUSTE DE INFORMACIÓN DIGITAL INFORMACIÓN

Se proyectaron las imágenes a las coordenadas a Datum WGS84 UTM zona 17 Sur y se realizó el recorte de la ciudad de Calceta y área de estudio para las 3 bandas por cada imagen, como se muestra en la figura 4.2.



**Figura 0.2** Procedimiento de extracción y georreferenciación de imagen Landast banda 4 del año 2014 de la zona de estudio en ArcGis

#### **4.1.4. CÁLCULOS DE ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA**

Se obtuvieron valores máximos y mínimos del NDVI correspondientes a los 5 años de estudio, para analizar los valores obtenidos por cada mapa se considera la escala de escala del índice donde va de  $-1$  a  $1$  con el valor cero representando el valor aproximado donde empieza la ausencia de vegetación.

Los valores negativos de NDVI corresponden a áreas con superficies de agua, rocas, nubes; el suelo desnudo suele estar dentro del rango de  $0,1$  a  $0,2$  y las plantas siempre tendrán valores positivos entre  $0,2$  y  $1$ . El dosel de la vegetación densa y saludable debería estar por encima de  $0,5$ , y la vegetación dispersa muy probablemente está dentro del rango de  $0,2$  a  $0,5$  (Earth Observing System, 2020).

Los mapas están representados los valores más bajo por una tonalidad café, naranja, amarillo indican suelo desnudo o vegetación muerta/dispersa y los tonos de verde son un signo de una cubierta vegetal normal o densa.

La figura 4.3 correspondiente al año 2014 del mes de agosto presentó un índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimo de  $0,055$  y máximo de  $0,547$ , encontrándose suelo desnudo, vegetación dispersa.

Así como la figura 4.4 correspondiente al año 2015 del mes de septiembre presento un índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimo de  $0,019$  y máximo de  $0,554$ , encontrándose suelo desnudo, vegetación dispersa.

La figura 4.5 correspondiente al año 2016 del mes de noviembre presento un índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimo de  $0,065$  y máximo de  $0,416$  , encontrándose suelo desnudo, vegetación dispersa.

En la figura 4.6 correspondiente al año 2017 del mes de mayo presento un índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimo de  $0,085$  y máximo de  $0,54$ , encontrándose suelo desnudo, vegetación dispersa.

Por último, la figura 4.6 correspondiente al año 2019 del mes de abril presento un índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimo de  $-0,040$  y máximo de  $0,631$ , encontrándose rocas, nubes, suelo desnudo, vegetación dispersa.

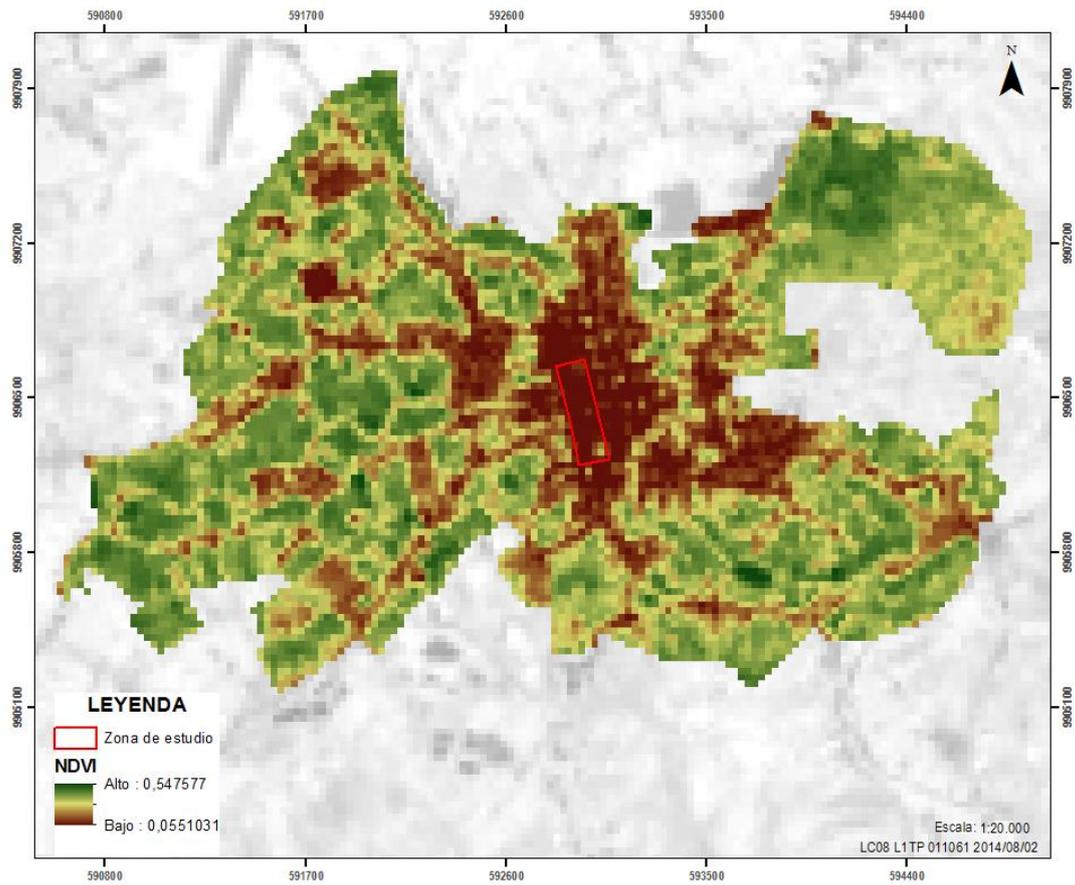


Figura 0.3 Mapa de NDVI 2014.

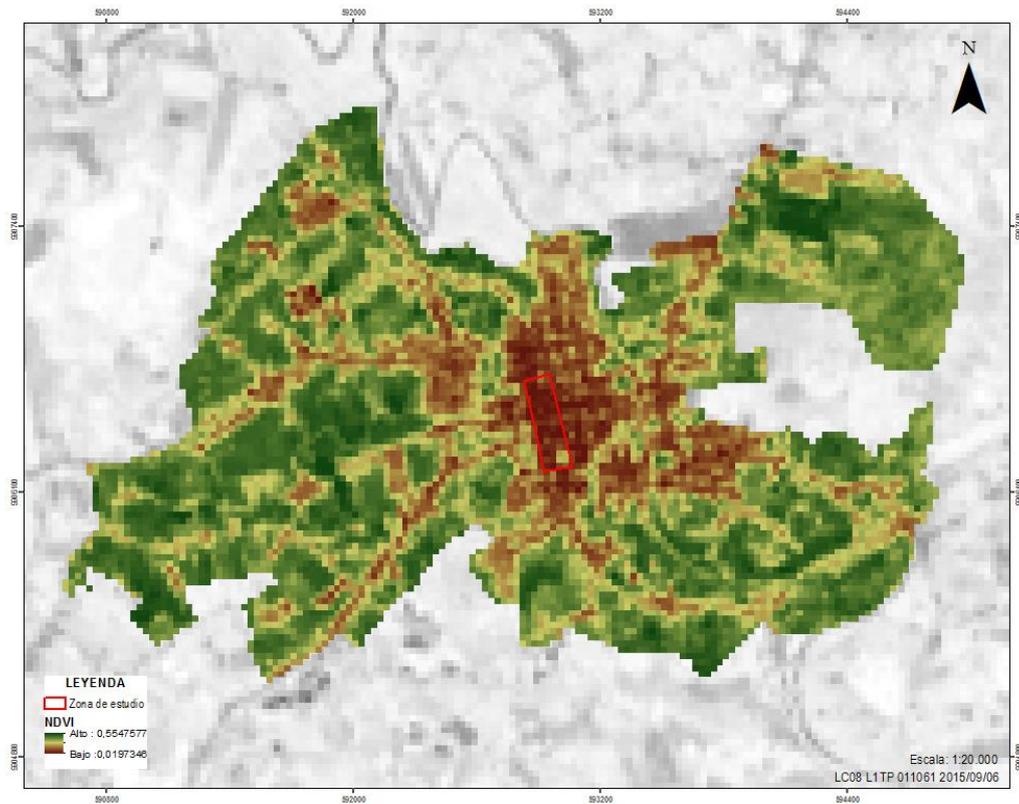


Figura 0.4 Mapa de NDVI 2015.

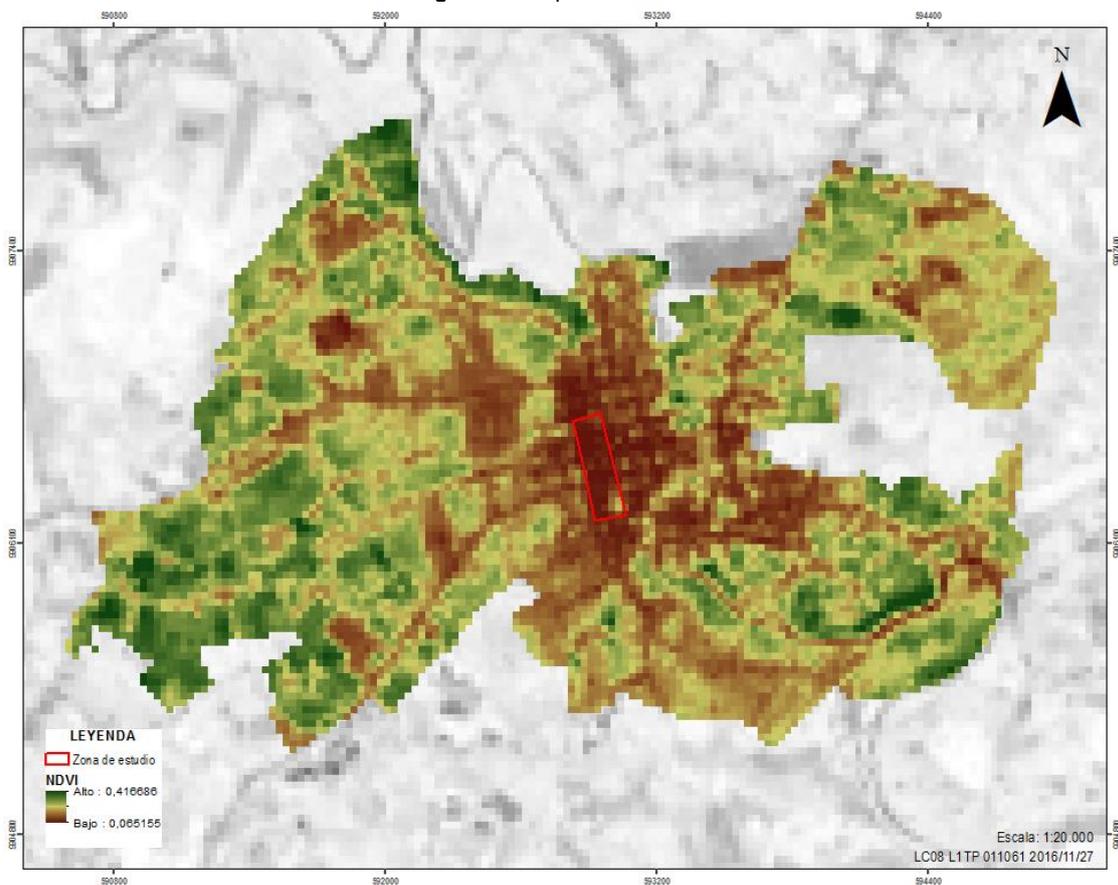


Figura 0.5 Mapa de NDVI 2016.

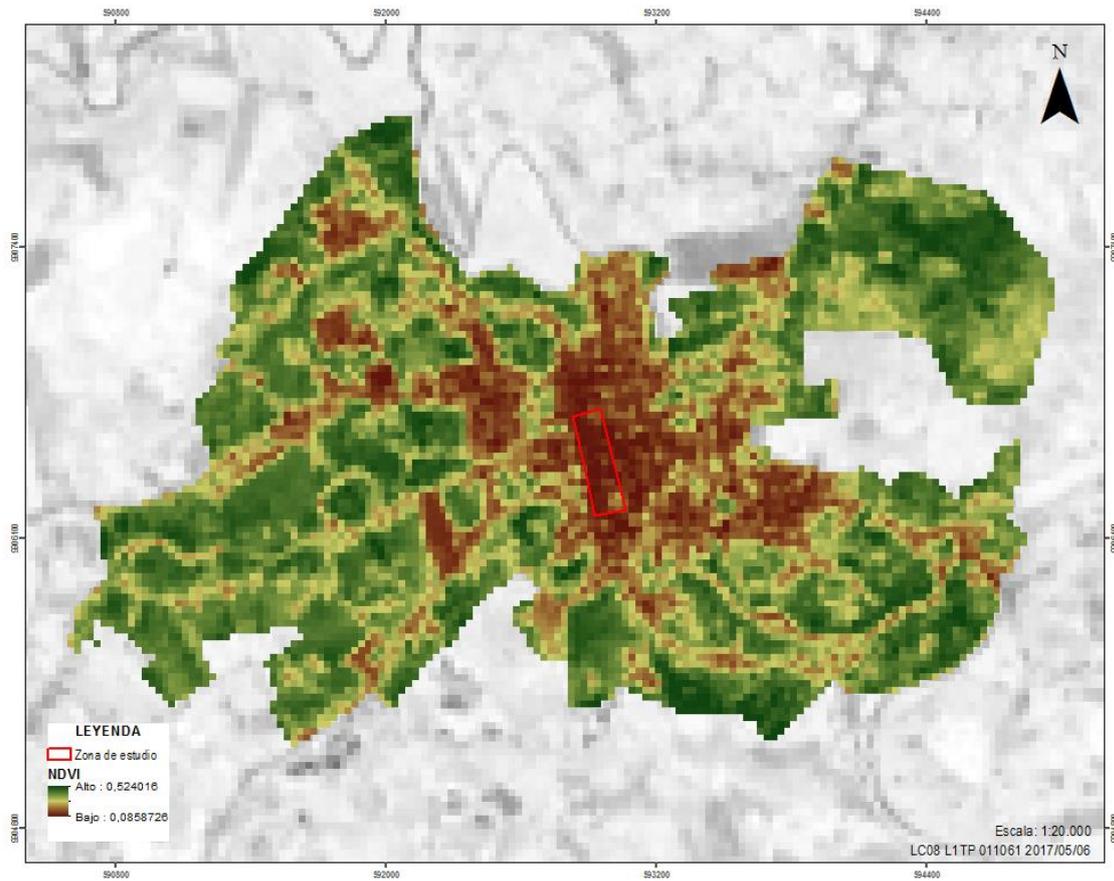


Figura 0.6 Mapa de NDVI 2017.

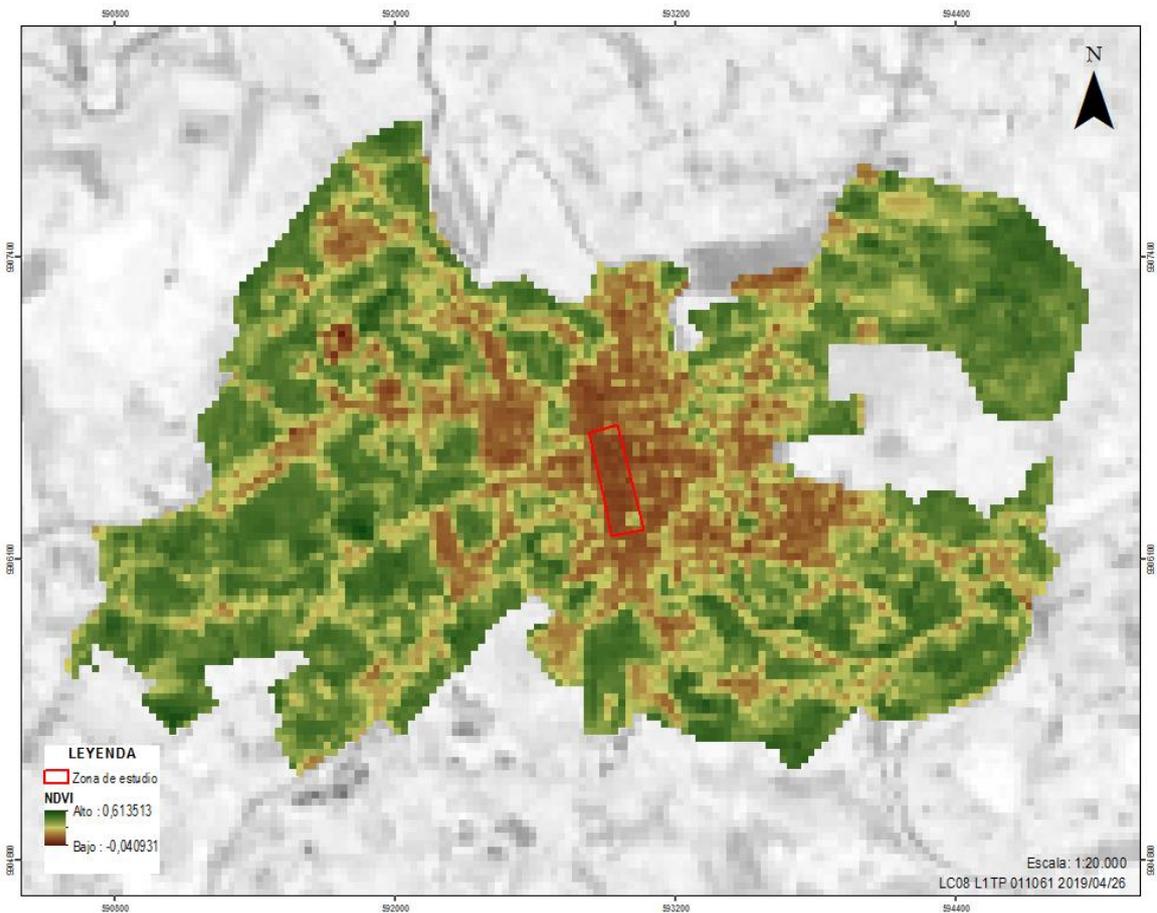


Figura 0.7 Mapa de NDVI 2019

En la tabla 4.3 se puede ver la diferencia del índice a través de los años, el cual el valor mínimo va disminuyendo. Se encontró en el año 2019 el valor más bajo índice observando que la ausencia de vegetación va en aumento (Figura 4.8).

En el año 2016 se nota un pequeño cambio del NDVI en su valor máximo el cual se puede determinar que se debe al terremoto ocurrido el 16 de abril donde esa zona se vio afectada, el suelo desnudo aumento, además que las zonas comerciales se dispersaron por la ciudad.

Tabla 0.3 Comparación de las escenas de NDVI por año.

Fecha Imagen	NDVI min	NDVI max
2014/ 08/ 02	0,055	0,547
2015/ 09/ 06	0,019	0,554
2016/ 11/ 27	0,065	0,416
2017/ 05/ 06	0,085	0,524
2019/ 04/ 06	-0,040	0,631

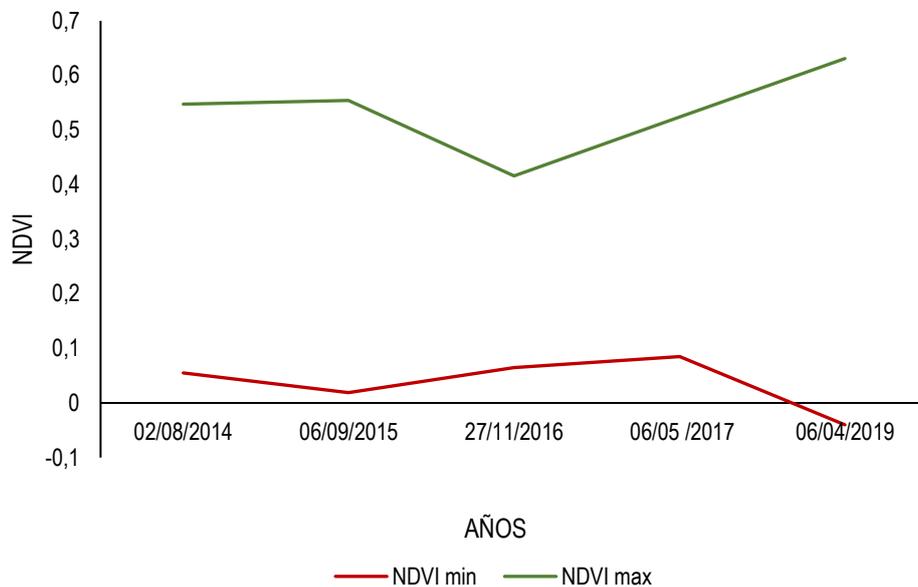


Figura 0.8 Comparación de las escenas de NDVI por año.

Se puede observar las diferencias en cuanto al valor de los índices en el mapa del anexo 5 que el valor mínimo se concentra en zona central, dispersándose en ramificaciones siendo esta la zona urbana (construcciones, edificios, calles, aceras) representado con un color café oscuro, determinando que hay presencia de suelo desnudo y con poca vegetación. Mientras hacia sus alrededores presenta los valores más altos los cuales limitan con la zona rural donde se

encuentra una vegetación más densa, representados por el verde. Notándose una diferencia de la vegetación de otros tipos de cubierta terrestre (artificial).

En el área de estudio se puede identificar en la zona sureste donde se encuentra el parque central de Calceta se encuentran valores de NDVI altos en comparación de toda la zona urbana, es decir, que el parque al tener la mayor cantidad de vegetación se observa de tonalidad clara. Estipulando así que el índice ayuda a identificar áreas con cobertura vegetal de mayor superficial como parque, malecones y menor superficie como son: los jardines privados, glorietas (Villanueva, 2015).

## **4.2. ESTIMAR LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA RESPECTO A LA TEMPERATURA EN LA ZONA CÉNTRICA DE CALCETA**

### **4.2.1. CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE.**

A partir del geoprocesamiento se obtuvo la temperatura superficial terrestre máxima y mínima correspondiente a los 5 años de estudio, los mapas fueron representados los valores más bajo por una tonalidad verde, amarillo y los tonos naranjas, rojo indican valores altos.

La figura 4.9 correspondiente al año 2014 presentó una Temperatura Superficial Terrestre mínima de 17,12 °C y una temperatura máxima de 22,92 °C. Observando la mayor intensidad en la zona de estudio.

En la figura 4.10 correspondiente al año 2015 presentó una Temperatura Superficial Terrestre mínima de 22,83 °C y una temperatura máxima de 29,93 °C. En la zona de estudio se concentra gran intensidad de temperatura.

Por consiguiente, la figura 4.11 correspondiente al año 2016 presentó una Temperatura Superficial Terrestre mínima de 24,33 °C y una temperatura máxima de 32,51 °C.

Mientras que la figura 4.12 correspondiente al año 2017 presentó una Temperatura Superficial Terrestre mínima de 20,00 °C y una temperatura máxima de 27,45 °C. Para finalizar la figura 4.13 correspondiente al año 2019

presentó una Temperatura Superficial Terrestre mínima de 23,05 °C y una temperatura máxima de 29,07°C.

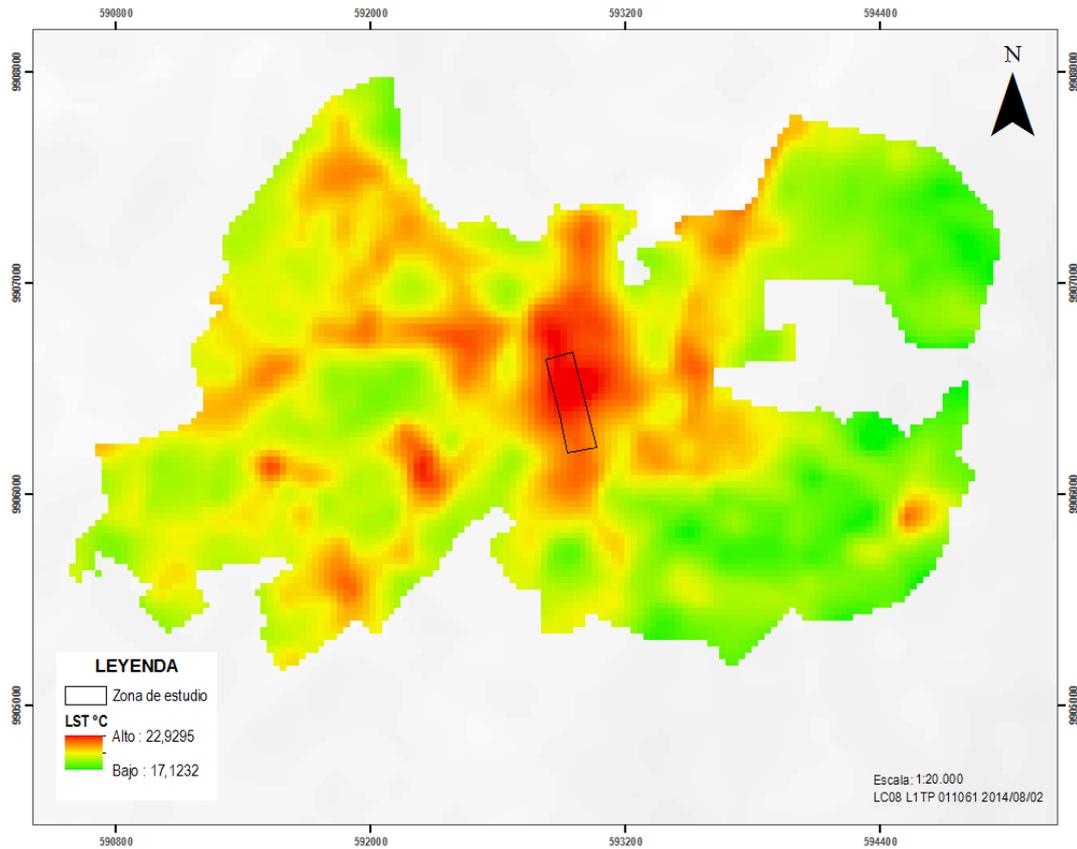


Figura 0.9 Mapa de LST 2014.

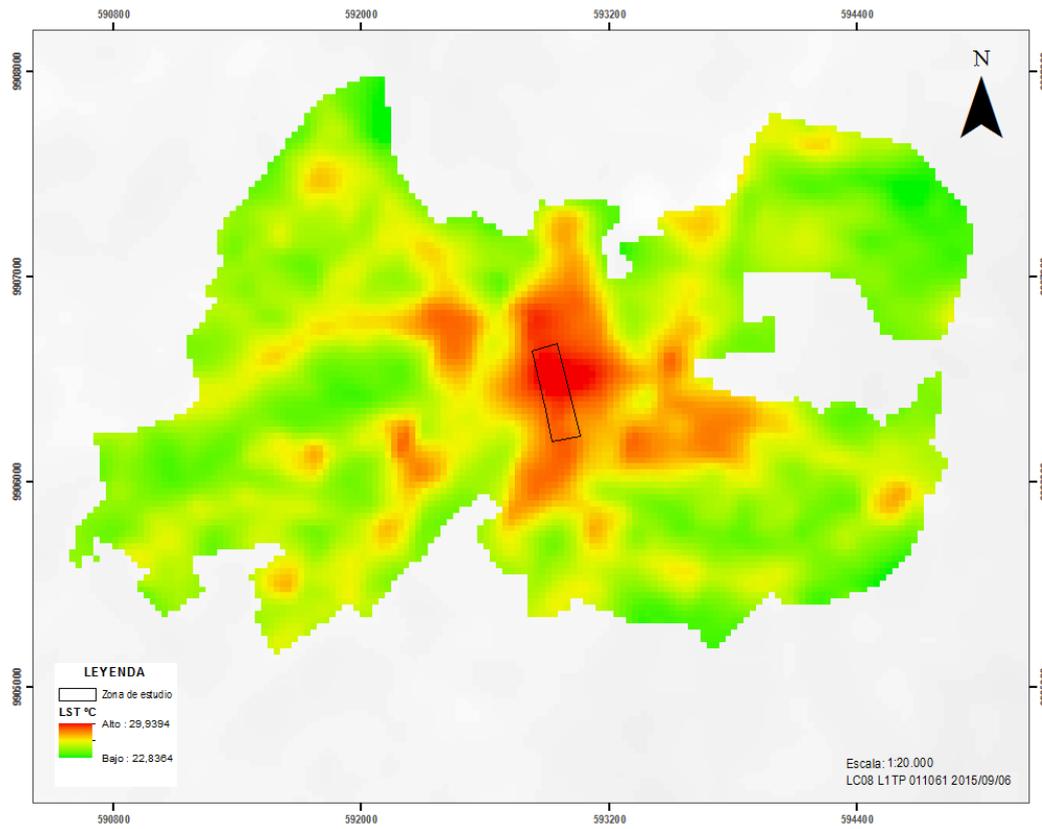


Figura 0.10 Mapa de LST 2015.

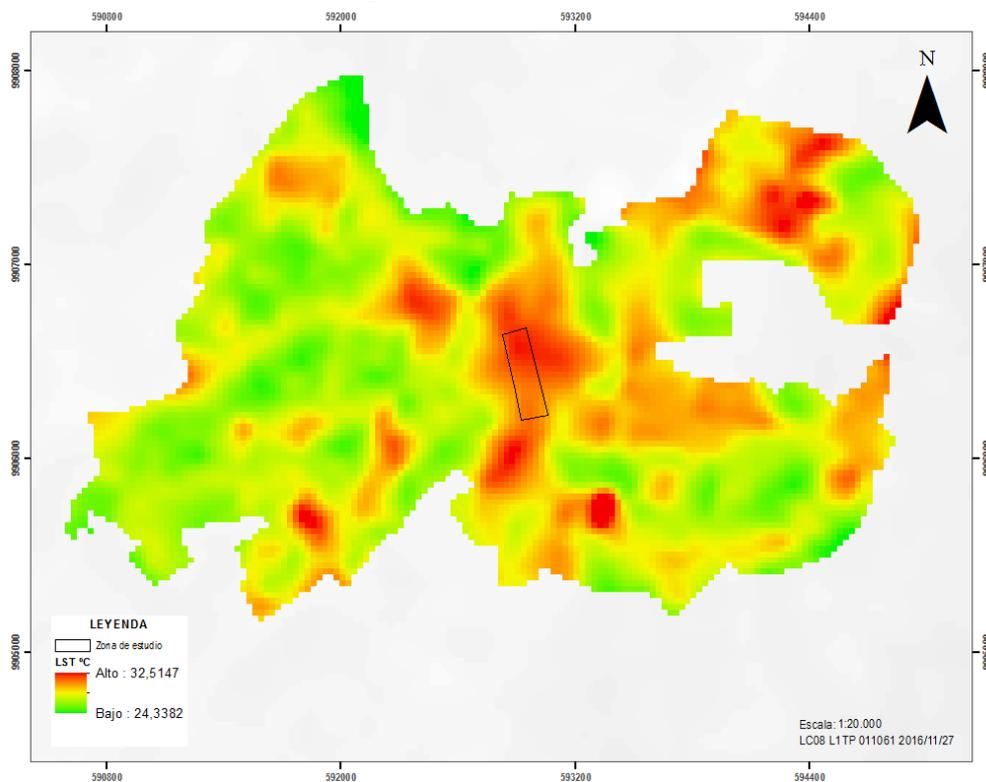


Figura 0.11 Mapa de LST 2016

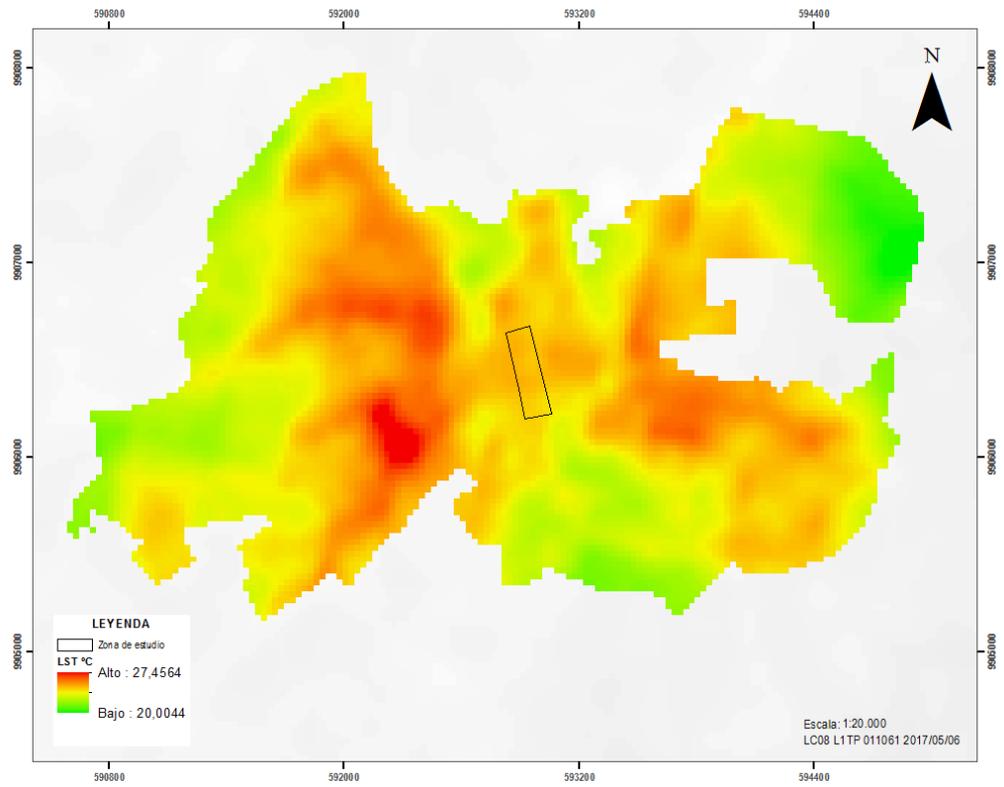


Figura 0.12 Mapa de LST 2017.

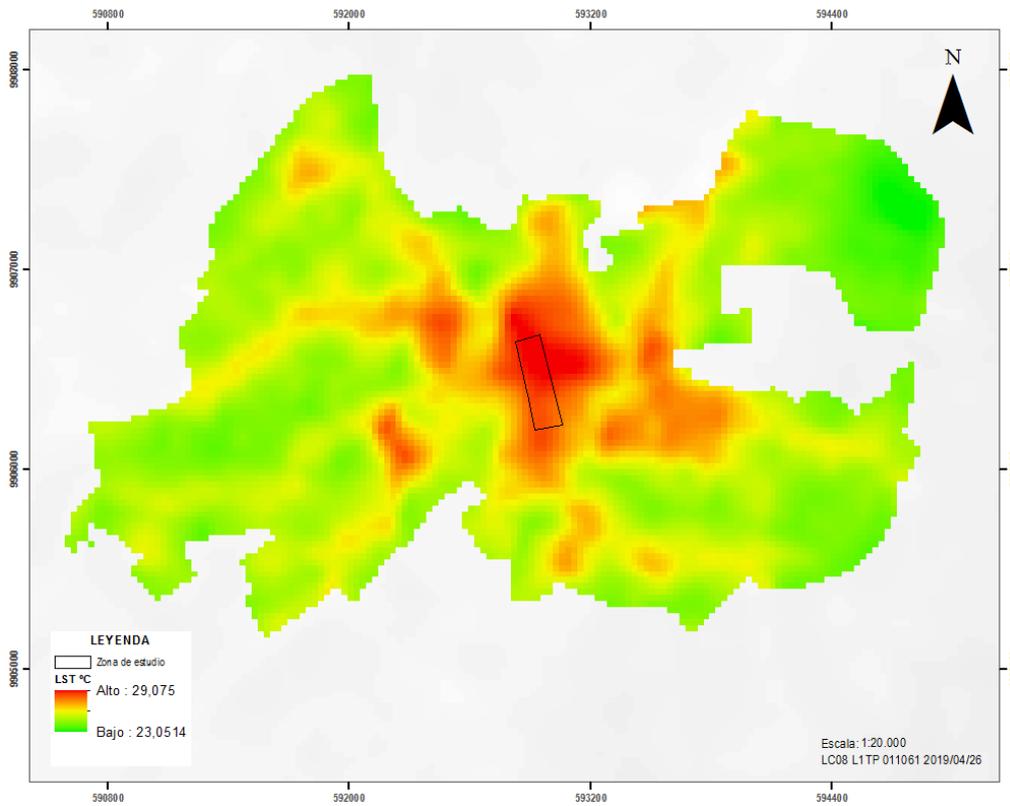


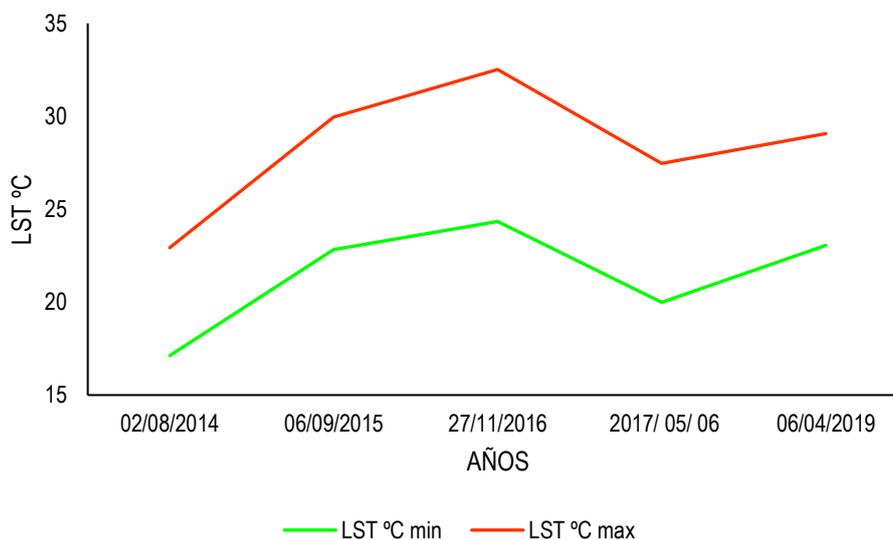
Figura 0.13 Mapa de LST 2019.

De acuerdo con el análisis realizado se obtuvo como mayor valor de temperatura superficial terrestre 32,57 °C correspondiente al 27 de noviembre del 2016; mientras que el menor valor corresponde a 22,92 °C para el 2 de agosto de 2014 (tabla 4.4). La diferencia entre estas dos mediciones fue de 9,65 °C.

Respecto a los valores de Temperatura Superficial Terrestre mínima se halla como valor alto 24,33 °C correspondiente al 27 de noviembre del 2016 y valor mínimo 17,12 °C para el 2 de agosto de 2014 el 2 de agosto de 2014; marcándose una diferencia entre ambos de 7,2 °C (figura 4.14).

**Tabla 0.4** Comparación las escenas de LST por año.

Fecha Imagen	LST °C min	LST °C max	LST °C prom
2014/ 08/ 02	17,1232	22,9295	19,58
2015/ 09/ 06	22,8364	29,9394	25,64
2016/ 11/ 27	24,3382	32,5147	27,41
2017/ 05/ 06	20,0044	27,4564	23,49
2019/ 04/ 06	23,0514	29,075	25,47



**Figura 0.14** Comparación de las escenas de LST por año.

Al realizar una comparación de los 5 mapas de LST se puede determinar que los valores máximos de temperatura se encuentran en la zona céntrica de la zona urbana, mientras que más se aleja su valor disminuye. En La zona de estudio se encuentra casi en su totalidad cubierta por temperaturas elevadas, sin embargo,

cerca al parque esta disminuye su tonalidad, indicando que se baja un poco (anexo 6)

#### **4.2.2. DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ISLAS DE CALOR**

Después de obtener los resultados del geoprocesamiento de las imágenes satelitales, se pudo identificar que en la figura 4.15 correspondiente al año 2014 se detectó un pequeño foco de calor en el rango de 21 °C a 22,92 °C ubicado en el Barrio Central lugar donde se encuentra la zona de estudio. De igual manera la figura 4.16 del año 2015 se ubicó el foco de calor de 27 °C- 29, 93 °C en el centro de la zona urbana, sin embargo, también se detectaron pequeñas proporciones de focos de calor alrededor con temperaturas de 28°C en los barrios Miraflores, Inés Moreno, Norte y San Bartolo.

En la figura 4.17 del año 2016 se encontró temperaturas altas de 30 °C – 32,55 °C ubicándose el foco de calor en los barrios 12 de Octubre y Juanita, no obstante se encuentra un foco de calor distribuido en la zona céntrica y barrio Las Mercedes (noroeste) con temperaturas de 30 °C a 28 °C. De igual manera en el 2017 correspondiente a la figura 4.18 se nota un cambio del foco de calor en el barrio Miraflores con temperaturas de 25 a 27,41 °C, por otro lado, en la zona céntrica se encuentran rangos de 25°C distribuidos en el barrio central. Se puede inferir que en estos dos años los focos de calor no se mantienen en el centro debido al terremoto 16 A, ya que la zona comercial se distribuyó en la ciudad de Calceta lo que hizo que variables que incrementan la temperatura superficial (densidad de construcción) varié, pero se debe de considerar que la zona céntrica mantiene temperaturas por encima del promedio en estos dos años.

En la figura 4.19 correspondiente al año 2019 se encuentra temperaturas máximas de 27 a 29,07°C distribuyendo el foco de calor en más proporción en la zona céntrica del mapa en el barrio Central y Norte. Al interpretar las imágenes se pudo denotar que, entre los mapas, la geometría de las islas es levemente similar que se presentó en el centro del mapa es geométricamente (anexo 7), correspondiendo a las temperaturas más altas. Relación similar que se encontró en el estudio realizado por Soberón y Esaúl (2016) donde las islas de calor con

mayor núcleo térmico se encontraron en el extremo noreste de la ciudad zona urbanizada de la ciudad de Lima.

Al realizar una comparación de los focos de calor con el estudio realizado por García (2018) realizado en la zona urbana de Guayaquil donde a partir de la temperatura superficial terrestre donde se aprecian las zonas de isla de calor urbano en el centro urbe de la ciudad, vía Daule zonas comerciales e industriales, con temperaturas en los rangos de 40 a 44 °C son las que más se repiten en los focos de calor en las escenas estudiadas, se puede notar que al igual al estudio se encuentran en la zona céntrica los focos de calor de la ciudad, sin embargo, se debe considerar que al ser Guayaquil una ciudad de mayor extensión que Calceta presenta temperaturas más elevadas.

Los focos de calor disminuyen su intensidad al acercarse al límite de las zonas rural, por lo cual, se cumple lo establecido por Villanueva (2015) donde menciona que las temperaturas son más altas en aquellas zonas con mayor densidad de construcción, y son más bajas cerca de parques, cuerpos de agua o zonas más abiertas.

Los efectos al no conocer la presencia de las islas de calor porque estas pueden afectar y perjudicar a la salud de las personas, el aumento de temperatura genera un mayor consumo de energía por la utilización de refrigerantes y en consecuencia hay un mayor gasto económico y se liberaran gases de efecto invernadero contribuyendo el discomfort general, las dificultades en la respiración, el cansancio, deshidratación (EPA, 2009).

Las temperaturas de superficie son especialmente susceptibles a las características de la superficie: durante el día las superficies secas y oscuras que absorben luz solar fuertemente se vuelven muy calientes, mientras que las superficies más claras y/o húmedas son mucho más frías; también el sombreado ayuda a controlar la temperatura (Villanueva, 2015).

Todos estos factores y procesos ambientales son importantes estudiar las islas de calor urbanas radica en aportar conocimientos que pueden contribuir a mejorar el confort térmico en las ciudades para que sus habitantes puedan tener un ambiente más agradable y para el ordenamiento territorial de la ciudad.

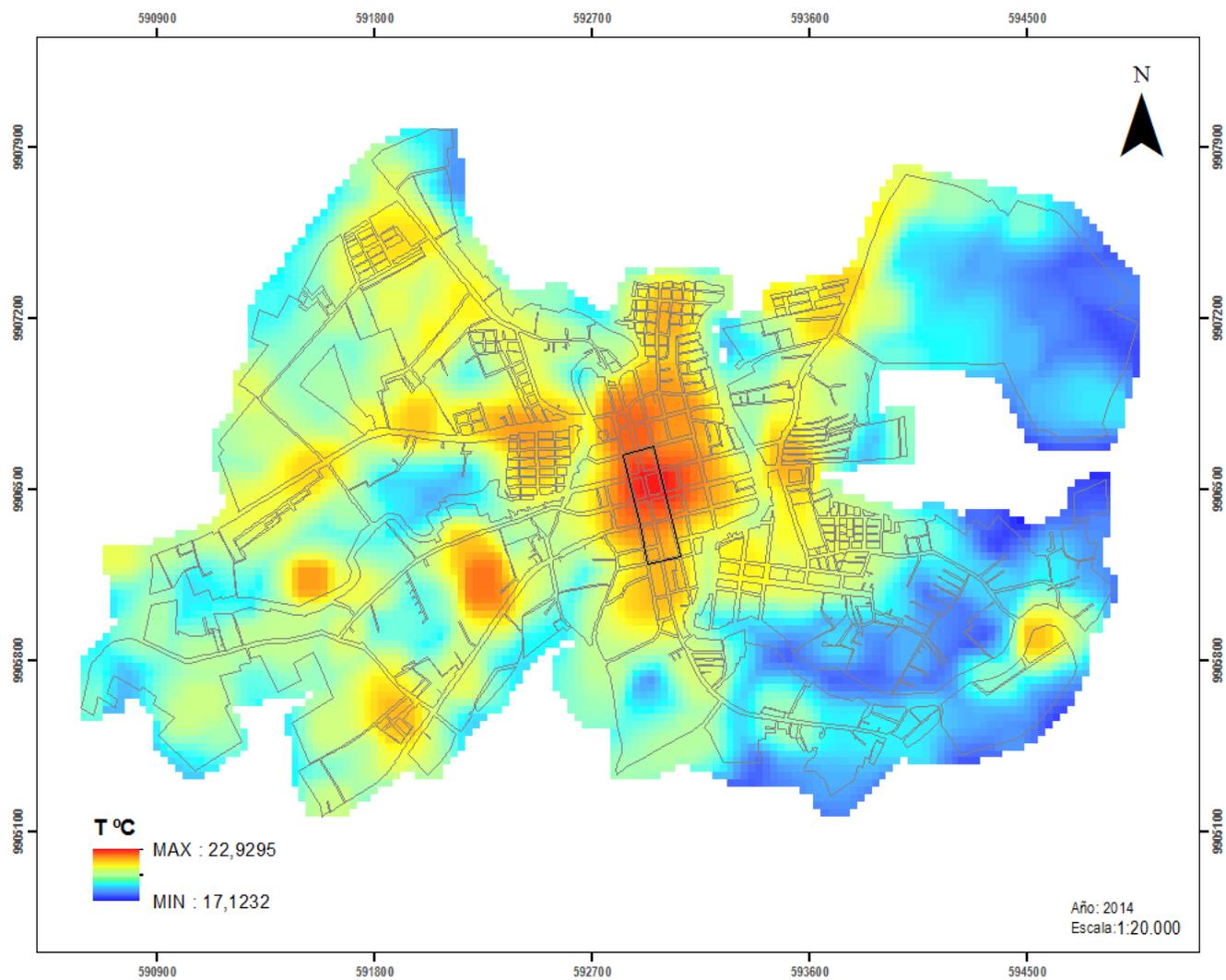


Figura 0.15 Mapas de ICU 2014

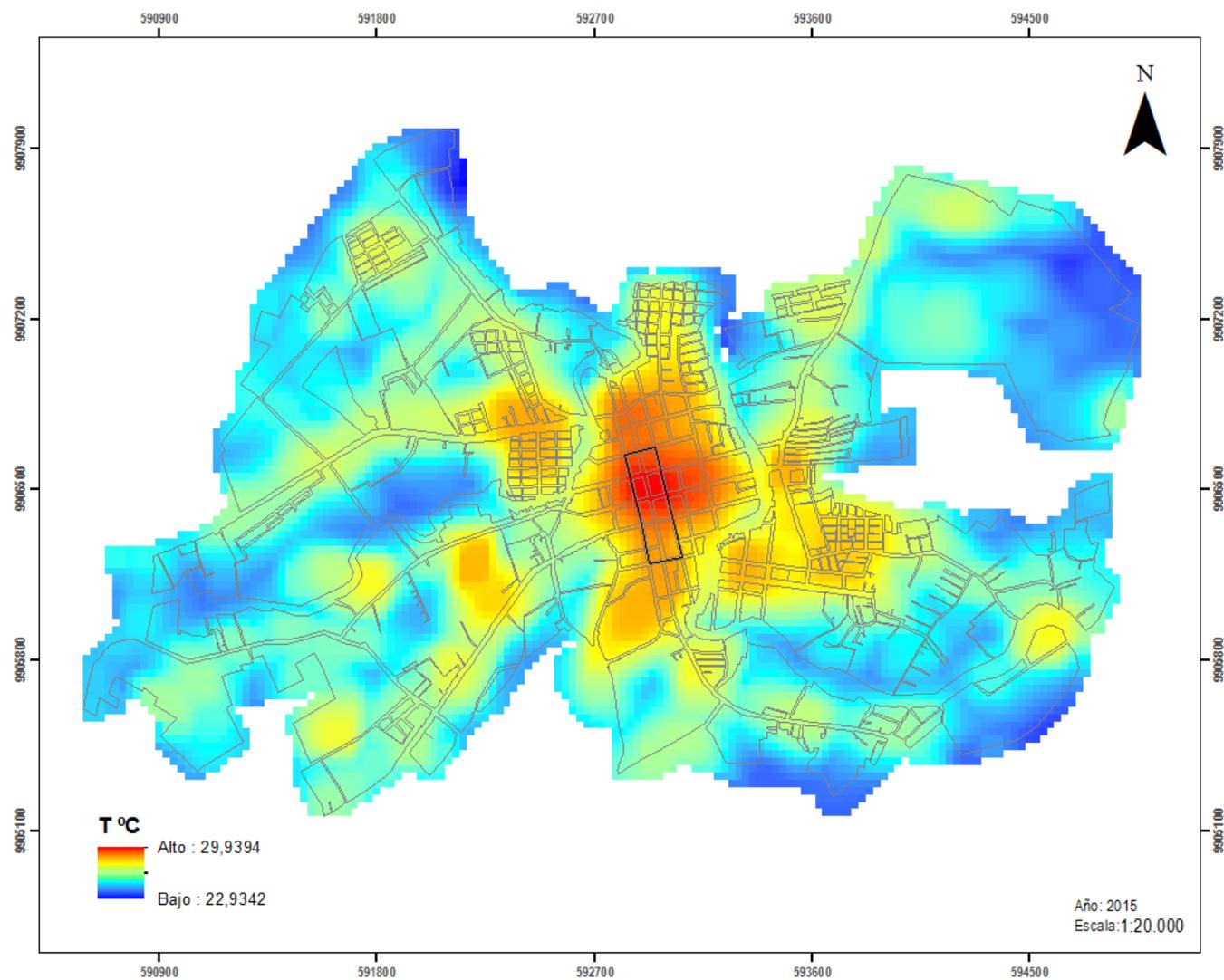


Figura 0.16 Mapas de ICU 2015

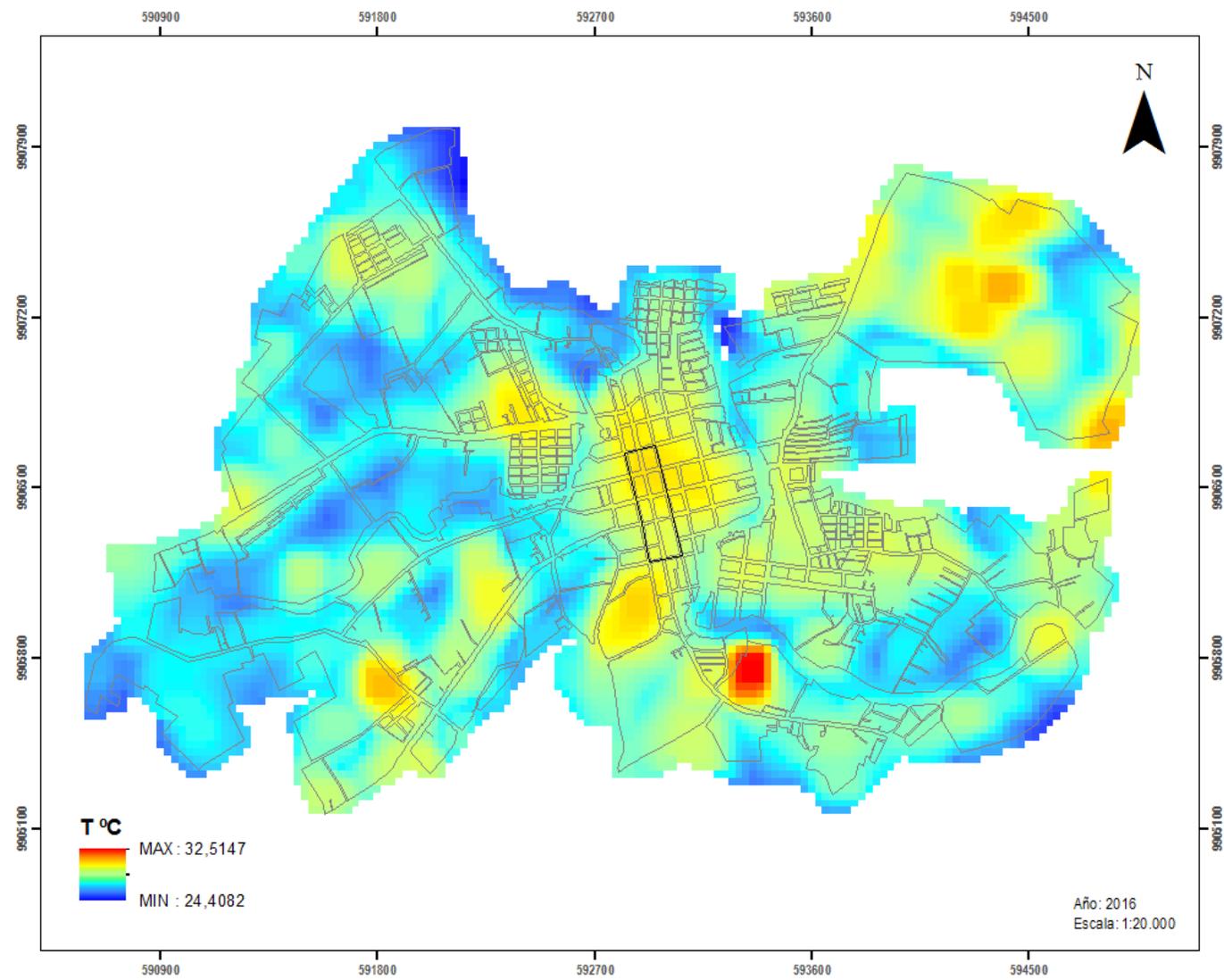


Figura 0.17 Mapas de ICU 2016

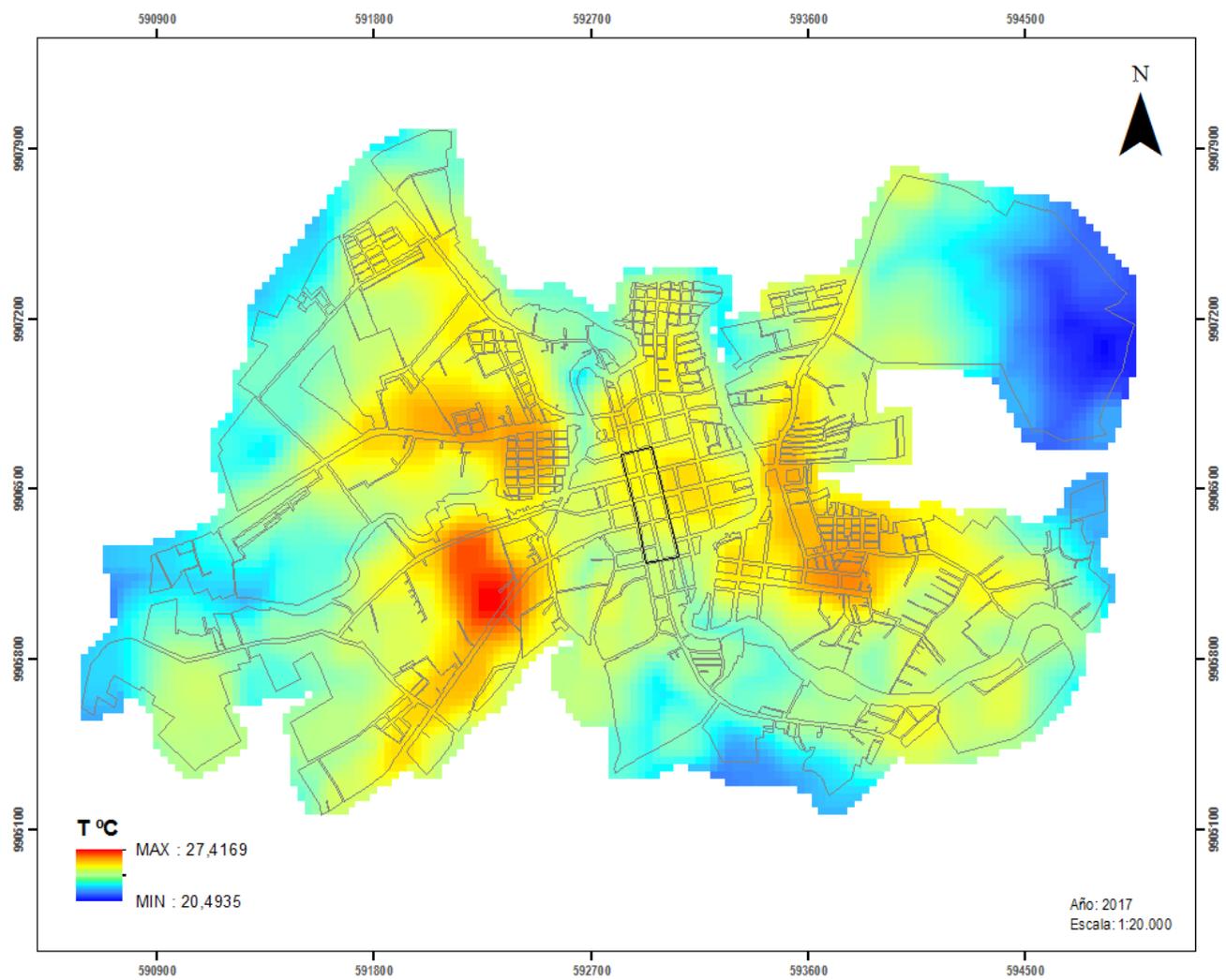


Figura 0.18 Mapas de ICU 2017

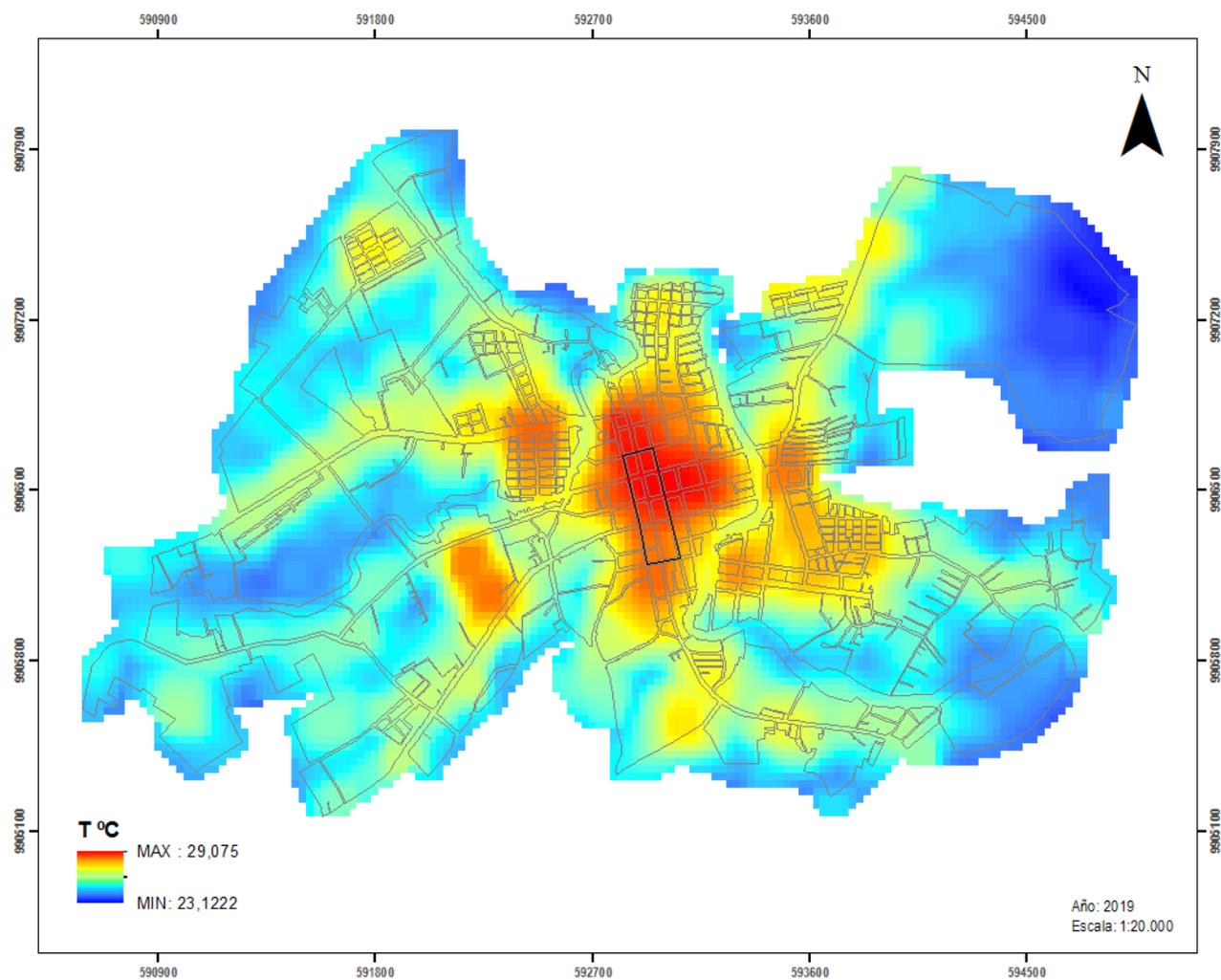


Figura 4.19 Mapas de ICU 2019

### 4.3. EVALUAR LA RELACIÓN ENTRE LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN URBANA Y LOS EFECTOS DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE CALCETA

#### 4.3.1. CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LOS DATOS OBTENIDOS

A partir de los valores obtenidos por el procesamiento de los mapas (anexo 8) se obtuvo las correlaciones para las variables de LST y NDVI. En el año 2014 se obtuvo una asociación lineal estadísticamente significativa, moderada (tabla 3.1) e inversamente proporcional ( $r = -0,639$ ,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 0.5** Correlación LST y NDVI 2014

		LST	NDVI
LST	Correlación de Pearson	1	-0,639**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	237	237
NDVI	Correlación de Pearson	-0,639**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	237	237

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

La tabla 4.6 correspondiente al año 2015 mostro una asociación lineal estadísticamente significativa, alta (tabla 3.1) e inversamente proporcional ( $r = -0,767$ ,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 0.6** Correlación LST y NDVI 2015

		LST	NDVI
LST	Correlación de Pearson	1	-0,767**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	237	237
NDVI	Correlación de Pearson	-0,767**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	237	237

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

La tabla 4.7 presentó una significancia  $<0,01$  con una correlación de  $-0,621$  correspondiente al año 2016 indicando una asociación lineal estadísticamente significativa, moderada (tabla 3.1) e inversamente proporcional ( $r = -0,769$ ,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 0.7** Correlación LST y NDVI 2016

		LST	NDVI
LST	Correlación de Pearson	1	-0,621**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	237	237
NDVI	Correlación de Pearson	-0,621**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	237	237

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

La correlación entre las variables para el año 2017 presentó una significancia  $<0,01$  con una correlación de  $-0,555$  indicando una asociación lineal estadísticamente significativa, moderada (tabla 3.1) e inversamente proporcional ( $r = -0,555$ ,  $p < 0.05$ ).

**Tabla 0.8** Correlación LST y NDVI 2017

		LST	NDVI
LST	Correlación de Pearson	1	$-0,555^{**}$
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	261	261
NDVI	Correlación de Pearson	$-0,555^{**}$	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	261	261

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

En el año 2019 se encontró una asociación lineal estadísticamente significativa, alta (tabla 3.1) e inversamente proporcional ( $r = -0.736$ ,  $p < 0.05$ ), entre la Temperatura Superficial Terrestre (LST) y el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI (tabla 4.9).

**Tabla 0.9** Correlación LST y NDVI 2019

		LST	NDVI
LST	Correlación de Pearson	1	$-0,736^{**}$
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	237	237
NDVI	Correlación de Pearson	$-0,736^{**}$	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	237	237

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

En todas las correlaciones se tiene una significancia de 0,000 menor a 0,01, mostrando que existe una asociación lineal entre la Temperatura Superficial Terrestre (LST) y el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI. Esta relación se encuentra en un rango de moderada a alta e inversamente proporcional en las 5 tablas. Las correlaciones obtenidas muestran que a medida que la temperatura aumenta el valor del NDVI disminuye, indicando que donde hay temperaturas más altas hay superficies diferentes ausentes de vegetación y donde las temperaturas son menores predomina la vegetación.

Esta investigación presentó valores similares con la investigación de García (2018) donde obtuvo correlaciones de  $-0,21$  a  $-0,65$ . De igual manera con Trujillo

(2012) donde se encontró una relación moderada entre las variables de LST y NDVI, entre los -0,47 y -0,7, demostrando una correlación entre las variables.

Los resultados de la correlación entre LST y NDVI señalaron que el efecto isla de calor afecta a la zona centro de la ciudad, al ser una correlación negativa entre temperatura y vegetación sugiere que donde predominan las áreas verdes logran amortiguar el efecto de islas de calor. Al comparar los mapas (anexo 5, 6 y 7) donde existe la cobertura urbana en zona céntrica y sus alrededores (ausencia de vegetación) la temperatura aumenta con la aparición de islas de calor con temperaturas hasta 32 °C.

La vegetación y las áreas verdes tienen un impacto considerable en la temperatura del aire, ya que estas suelen incrementar la evapotranspiración y la generación de sombras en las superficies, produciendo efectos de enfriamiento. O, por el contrario, al haber carencia de estas, genera diversas implicaciones en el entorno urbano, el medio ambiente, los consumos energética reduce la calidad del aire y disminuye la productividad económica (Taslim, Parapari, & Shafaghat, 2014)

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Los Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mínimos presentaron un rango de (0,055 – 0,040), que se ubican en la zona céntrica urbana de la Ciudad de Calceta en los 5 años estudiados. Los valores máximos del NDVI (0,41 – 0,631) se presentaron en los límites de la zona rural y las áreas más dispersas. El año 2019 presento el NDVI más bajo y alto ( -0,040 / 0,631).
- La ciudad de Calceta presentó temperaturas superficiales terrestres mínimas de 17 °C a 23 °C, y máximas hasta 32 °C, distribuidas en la información recopilada, siendo la temperatura superficial terrestre mínima en el año 2014, mientras que la temperatura superficial terrestre máxima en el 2016.
- Se evidenció la presencia de islas de calor principalmente en el barrio Central donde la concentración de calor tuvo mayor predominancia con temperaturas máximas de 22,92°C a 32,55 °C,y en los barrios Miraflores, Inés Moreno, Norte, San Bartolo, Mercedes, mediante los picos altos de la temperatura superficial terrestre.
- Se demostró una correlación significativa ( $r = -0,55$  a  $-0,767$ ;  $p = 0,000$ ) entre temperatura superficial terrestre y el índice de vegetación de diferencia normalizada asociada a una fuerte aparición de islas de calor urbana en la zona céntrica de la ciudad de Calceta (limite urbano), determinando una relación inversamente proporcional que a medida que la temperatura aumenta el valor del NDVI disminuye.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Seguir empleando estas herramientas espaciales para estudios de fenómenos o cambios que se presentan en el medio ambiente y no es fácil obtener datos de manera terrestre.
- Se recomienda el uso de imágenes satelitales Landast para el modelado para determinar los niveles de temperatura (LST) de las imágenes satelitales a partir de las bandas ópticas 4 y 5 como de la banda térmica 10 haciendo posible identificar islas de calor urbano.
- Los resultados presentados pueden ser ampliados al incluir más variables, como: destinos para cada uso del suelo, emisiones térmicas por tipología de edificación, consumo energético, calidad de las áreas verdes, calidad del aire, tipo material de construcción. En este sentido y en la medida que se genere más información para mitigar las islas de calor urbano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Earth Observing System (EOS). (2020). ¿Qué es un IV O Índice De Vegetación? Retrieved from <https://eos.com/>
- Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. (G. Tian, Ed.) Hindawi Publishing Corporation, 2016, 1-8. doi:<https://doi.org/10.1155/2016/1480307>
- Carrasco, C., Palme, M., & Gálvez, M. (2016). Factor de cielo visible y el efecto isla de calor en Valparaíso. *Urbano*, 26-33.
- Córdova, K. (2011). Impacto de las islas térmicas o islas de calor urbano, en el ambiente y la salud humana. Análisis estacional comparativo: Caracas, Octubre - 2009, Marzo, 2010. *Terra*, 95-122.
- De Oliveira, M. (2013). El clima urbano de la ciudad de Natal (Brasil), aplicando modelos de campo y teledetección orbital. *Universidad Autónoma de Madrid*, 26-36.
- Environmental Protection Agency (EPA) . (2009). *Urban Heat Island Basics, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*, Environmental Protection Agency. Retrieved from <http://www.epa.gov/hiri/>
- Escobar, A. (2001). Introducción a los SIG. Retrieved from <https://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/menu.html>
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). (2016). ¿Qué son los datos ráster? Retrieved from <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- Fuentes, C. (2014). Islas de calor urbana en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova Scientia*, 495-515.
- Fuentes, C. (2014). Islas de Calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat. *Nova Scientia*, 495-515.
- Galindo-Bianconi, A., & Victoria-Urbe, R. (2012). La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones para el Valle de Toluca. *Quivera*, 98-108.
- García, G. (2018). La isla de calor en la zona urbana de la ciudad de Guayaquil, mediante sistemas de información geográfica y teledetección. Retrieved from Tesis Pre Grado, Universidad Guayaquil.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Bolívar (GAD Bolívar). (2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Retrieved from <http://gadbolivar.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/ACTUALIZACION%20PLAN%20DE%2>

ODESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20-%202019.pdf

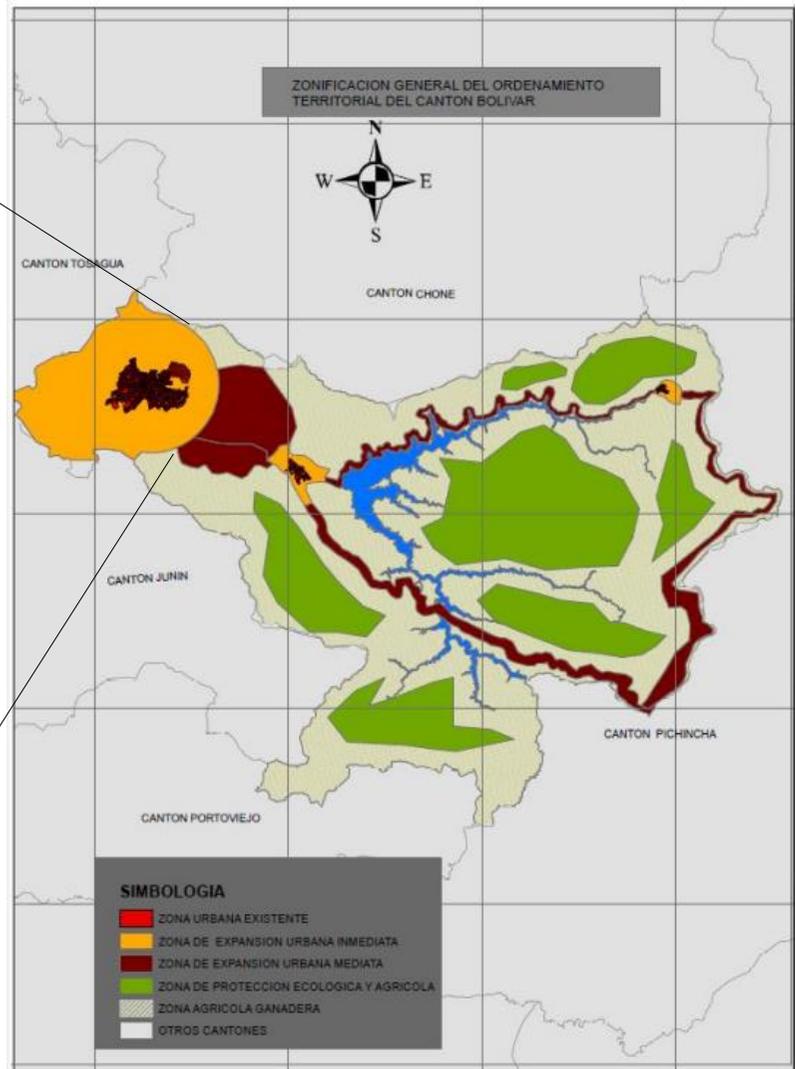
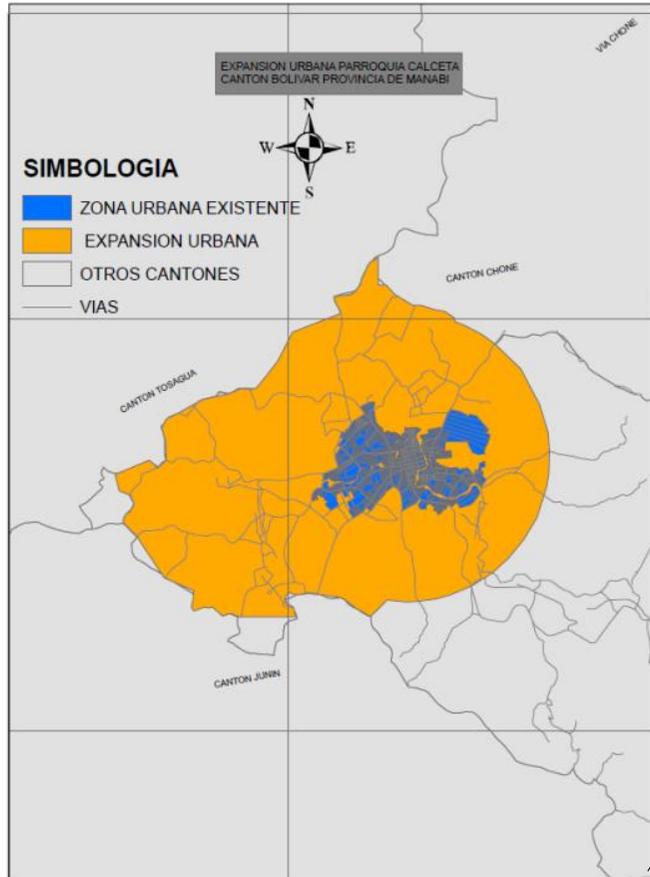
- \_\_\_\_\_. (2020). Plan de uso y gestión del suelo cantón Bolívar (PUGS). Retrieved from <http://gadbolivar.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/PUGS-CANT%c3%93N%20BOL%c3%8dVAR.pdf>
- Hidalgo, M. (2020). Analisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del canton Arenillas. (trabajo de titulación). . Machala, Ecuador.: UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
- Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en ciudades de clima árido extremo. (2013). Información Tecnológica, 15-24.
- Jandaghian, Z., & Akbari, H. (2017). An Overview of Urban Heat Island and Human Health An Ove. Retrieved from <https://oxfordre.com/environmentalscience/view/10.1093/acrefore/9780199389414.001.0001/acrefore-9780199389414-e-332>
- Ministerio de Defensa Nacional. (2012). Memoria Técnica cantón Bolívar: Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 2500. Quito: SENPLANES.
- Muñoz, P. (2013). Índices de vegetación. Retrieved from CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales): <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indices%20de%20vegetaci%C3%B3n%2C%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naslud-Hadley, E., Ramos, M., Paredes, J., Bolívar, Á., & Wilches-Chaux, G. (2016). Ciudades sostenibles y crecimiento urbano inteligente. Banco Interamericano de Desarrollo, 7-11.
- Nuruzzaman, M. (2015). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. doi:<http://doi.org/10.11648/j.ijema.20150302.15>
- Paulino, M. (2013). Evaluación de la captura de carbono en tres sistemas de producción de papas en Zinacantepec, Estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México, 6-15.
- Paulo, W., & Trindade, M. (2016). Análisis de la isla de calor de superficie en la ciudad de Ubatuba, Brasil. X Congreso Internacional AEC: Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio, 121-129.
- Pérez, C. (2014). Desarrollo de Proyectos Piloto de Captura de Carbono en el Sector Forestal de Centroamérica. Programa Regional REDD/CCAD-GIZ, 4-25.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021- Toda una Vida. Retrieved from <https://www.planificacion.gob.ec/>

- Quijano, S., Ramírez, I., & González, J. (2017). Gradiente térmico en la ciudad de Medellín y su relación con el crecimiento urbano: estudio de caso. *Producción + Limpia*, 159-168.
- Raéz, A. (2018). Naturación urbana como instrumento para la sostenibilidad global. *Universidad Politécnica de Madrid*, 9-25.
- Rasilla, D., & Allende, F. (2016). La isla de calor urbano de Madrid durante la ola de calor de julio 2015. *X Congreso Internacional AEC: Clima, sociedad, riesgos y ordenamiento territorial*, 575-584.
- REMICA. (2018, Noviembre 18). Remica. Retrieved from Remica. Atención al cliente: <http://remicaatencionalcliente.es>
- Rodríguez-Larramendi, L., Guevara-Hernández, F., Reyes-Muro, L., Ovando-Cruz, J., Nahed-Toral, J. P.-L., & Campos, R. (2016). Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesca de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 77-94.
- Sarricolea, P., & Martín-Vide, J. (2014). El estudio de la Isla de Calor Urbana de Superficie del Área Metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y Análisis de Componentes Principales. *Revista de Geografía Norte Grande*, 123-141.
- Sarricolea, P., & Martín-Vide, J. (2014). El estudio de la Isla de Calor Urbano de Superficie del Área Metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y Análisis de Componentes Principales. *Revista de geografía Norte Grande*, 30-52.
- Serrano, J. (2016). Análisis y cuantificación del carbono almacenado en los parques y jardines de la ciudad de Valladolid. *Universidad de Valladolid*, 5-20.
- Soberón, V., & Esaúl, O. (2016). Identificación de Islas de Calor en la Ciudad de Lima Metropolitana utilizando imágenes del satélite Landast 5 TM. *Anuales Científicos*, 77(1), 34-44. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v77i1.475>
- Suárez, M. (2011). Coeficiente de correlación de Karl Pearson. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/766>
- Taslim, S., Parapari, D., & Shafaghat, A. (2014). Urban design guidelines to mitigate urban heat island (UHI ) effects in hot-dry cities. *urnal Teknologi*, (JANUARY), 191–199.
- Tejedor, E., Cuadrat, J., Saz, M., Serrano-Notivoli, R., López, N., & Aladrén, M. (2016). Islas de calor y confort térmico en Zaragoza durante la ola de calor de julio de 2015. *X Congreso Internacional AEC: Clima, sociedad, riesgos y ordenamiento del territorio*, 141-151.

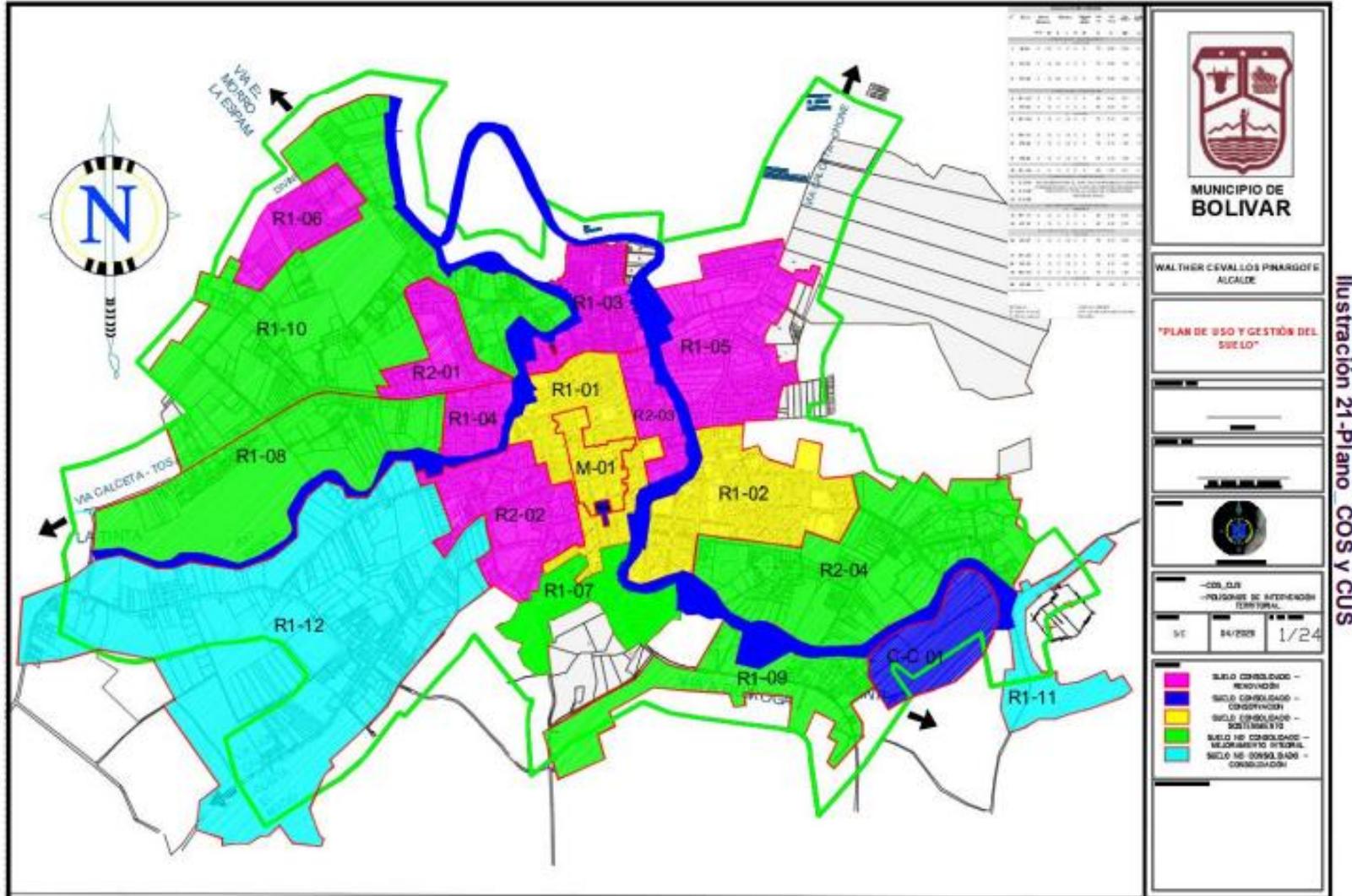
- Trujillo, S. (2012). Estimación de temperatura superficial en el valle de Aburrá mediante técnicas de percepción remota. Retrieved from Tesis de Pregrado (Escuela de ingeniería de Antioquia) : [https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/409/TrujilloSantiago\\_2012\\_EstimacionTemperaturaSuperficial.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/409/TrujilloSantiago_2012_EstimacionTemperaturaSuperficial.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- United States Geological Survey (USGS). (2016). Using the USGS Landsat Level-1 Data Product. Retrieved from <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>
- Vargas-Mena, A. (2013). La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental? *Gaceta Ecológica*, 5-18.
- Villanueva, J. (2015). Adaptación y mitigación de la isla de calor urbana y la planeación urbana sustentable, el caso de Mexicali, B.C. . Retrieved from Tesis Doctorado, Universidad Autónoma de Baja California .
- Villanueva-Solís, J., Ranfla, A., & Quintanilla-Montoya, A. (2013). Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de clima árido extremo. *Información Tecnológica*, 15-24.
- Vivas, T., Mendoza, L., Loureiro, J., Delgado, M., Pincay, M., & Vera, V. (2019). Contaminación atmosférica y aerobiología decasco urbano de Calceta-Manabí. *REVISTA RIEMAT*, 4(1), 47-51. doi:<https://doi.org/10.33936/riemat.v4i1.1945>

## **ANEXOS**

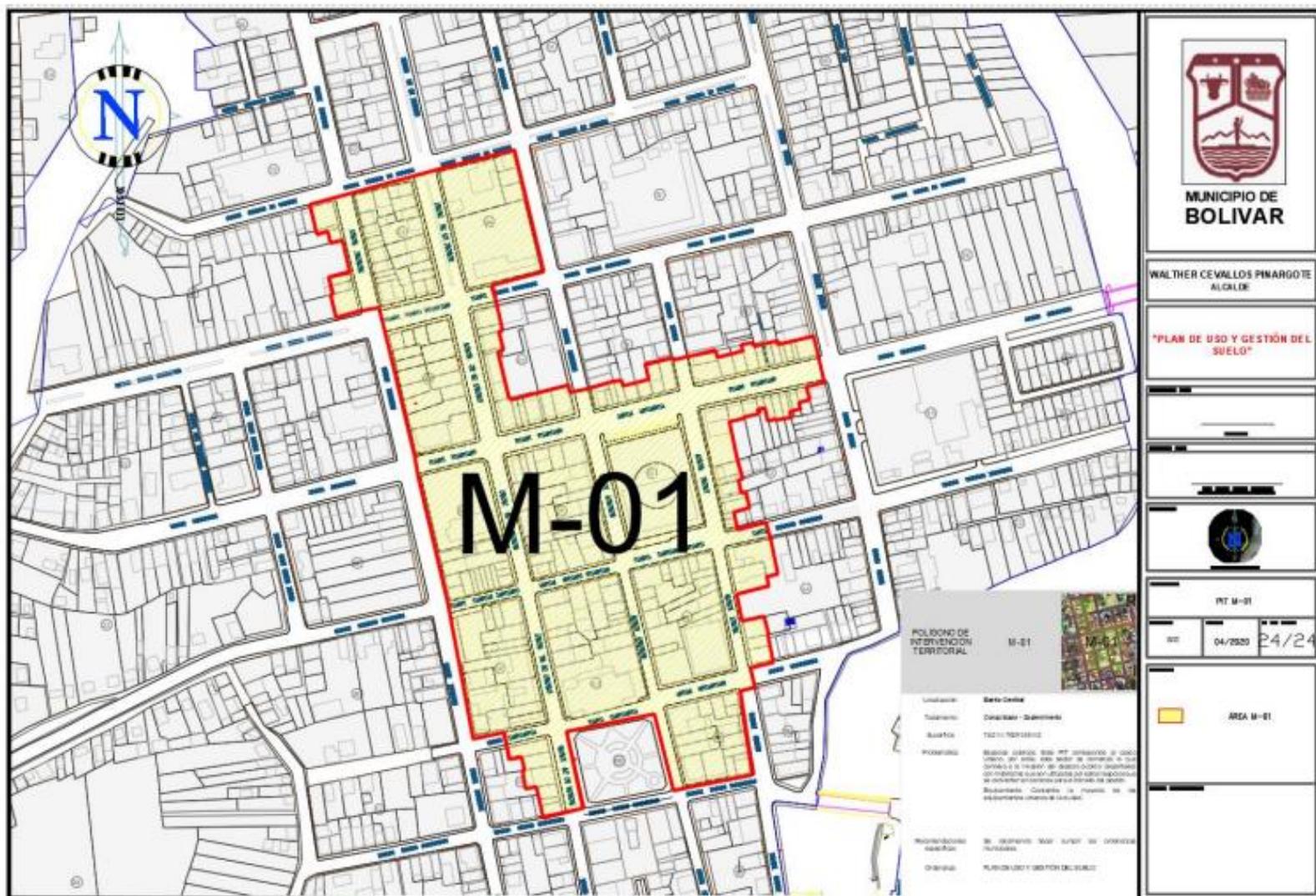
### Anexo 1. Zonificación general del Ordenamiento Territorial del cantón Bolívar



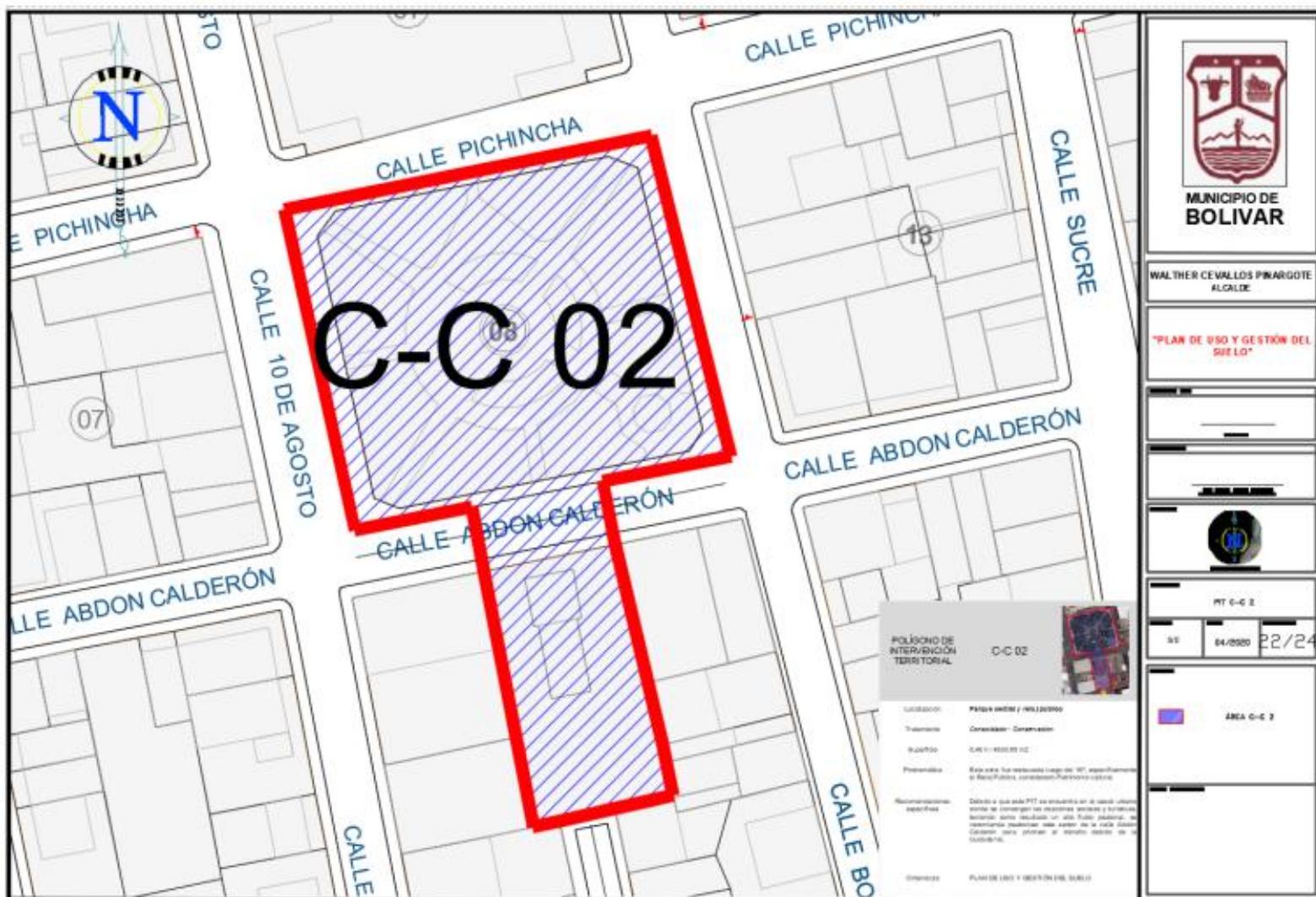
Anexo 2. Zonificación general del Ordenamiento Territorial del cantón Bolívar



Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) GAD Bolívar, 2020



Barrio Central, Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) GAD Bolívar, 2020



Parque y Reloj, Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) GAD Bolívar, 2020

### Anexo 3. Ficha de observación del área de estudio

 <b>IMPORTANCIA DE VEGETACIÓN URBANA EN LA MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA CÉNTRICA DE LA CIUDAD DE CALCETA</b>				
Ficha de observación del área de estudio				
Lugar:	Zona Céntrica Calceta			
Fecha:	28/09/2021			
Investigador	Jean Pierre Vitery			
Croquis:				
				
Manz	Calles	Nº ed.	Cant. Ar	Observación
A	Calle Salinas Calle Sergio D. Dueñas Calle 10 de Agosto Calle Cesar Villamar	23	28	Presenta árboles en las veredas, parterre (Foto 1,2,3,4)
B	Calle 10 de Agosto Calle Sergio D. Dueñas Calle Bolívar Calle Cesar Villamar	6	-	Manzana sin vegetación urbana
C	Calle 10 de Agosto Calle Cesar Villamar Calle Bolívar Calle Ricaurte	16	-	Manzana sin vegetación urbana
D	Calle 10 de Agosto Calle Ricaurte Calle Bolívar Calle Granda Centeno	25	-	Manzana sin vegetación urbana
E	Calle 10 de Agosto Calle Granda Centeno Calle Bolívar Calle Abdón Calderón	20	160	Se encuentra el Parque Central lugar con áreas verdes, arboles frente a la iglesia (Foto 10 .
F	Calle Salinas Calle S/N Calle 10 de Agosto Calle Abdón Calderón	12	-	Manzana sin vegetación urbana
G	Calle Salinas Calle Granda Centeno Calle 10 de Agosto Calle S/N	18	-	Manzana sin vegetación urbana

H	Calle Salinas Calle Ricaurte Calle 10 de Agosto Calle Granda Centeno	16	-	Se encuentra la Plaza Cívica, lugar con pavimento, sin vegetación (Foto 6 )
I	Calle Salinas Calle Cesar Villamar Calle 10 de Agosto Calle Ricaurte	13	-	Manzana sin vegetación urbana
<b>T: 9</b>	<b>9</b>	<b>147</b>	<b>188</b>	

**Nota:**

Manzana A (Zona comercial – bancos)

Manzana B – C - D (Zona mercado)

Manzana E (Zona iglesia-parque)

Manzana F – G - I (Zona comercial)

Manzana H (Zona plaza cívica)

160 individuos de árboles y arbustos de diferentes especies, la mayoría se encuentra en el parque central.

**Coordenadas área total**

Id	x	y		Manz.	Calles
1	592825.43	9906641.84	Inicio	A	Calle Salinas, Calle Sergio D. Dueñas
2	592970.17	9906575.01		B	Calle Sergio D. Dueñas y Calle Bolívar
3	593053.61	9906232.91		D	Calle Bolívar y Calle Abdón Calderón
4	592930.92	9906205.81		F	Calle Salinas y Calle Abdón Calderón
5	592856.06	9906544.71	Final	A	Calle Salinas, Calle Sergio D. Dueñas

#### Anexo 4. Registro Fotográfico de la zona de estudio



**Foto 1** Cesar Ovido Villamar entre calle Bolívar y 10 de Agosto, visualización de vegetación.



**Foto 2** Calle Cesar Ovido Villamar entre 10 de agosto y salinas visualización de vegetación en el parterre.



**Foto 3** Calle 10 agosto, entre cesar Ovidio Villamar y Sergio Domingo Dueñas, visualización de vegetación urbana.



**Foto 4** Calle 10 agosto, entre cesar Ovidio Villamar y Sergio Domingo Dueñas, visualización de vegetación en el parterre.



**Foto 5** Fotografía del centro de la Ciudad de Calcutta calle Bolívar e intersección Granda Centeno, visualización de falta de vegetación urbana.



**Foto 6** Holografía Plaza cívica de la Ciudad de Calcutta, escasas de vegetación urbana.



**Foto 7** Fotografía de calle 10 de agosto e intersección calle Calderón, se visualiza una de las pocas zonas con vegetación urbana por contar con el parque central de la ciudad.



**Foto 8** Fotografía parque central Abdón Calderón de la Ciudad de Calcuta.

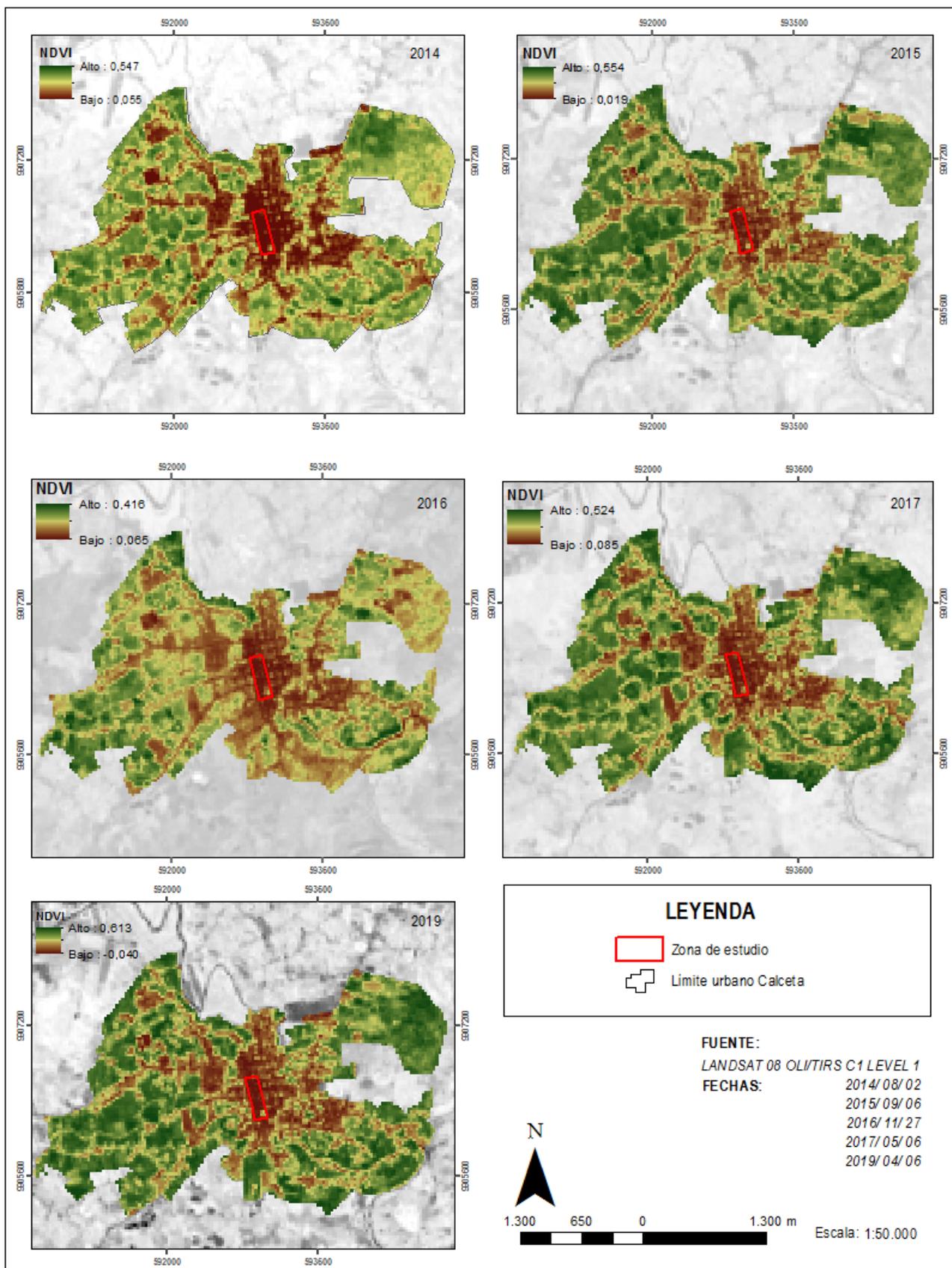


**Foto 9** Calle 10 de agosto y Granda centro, ausencia de vegetación urbana.



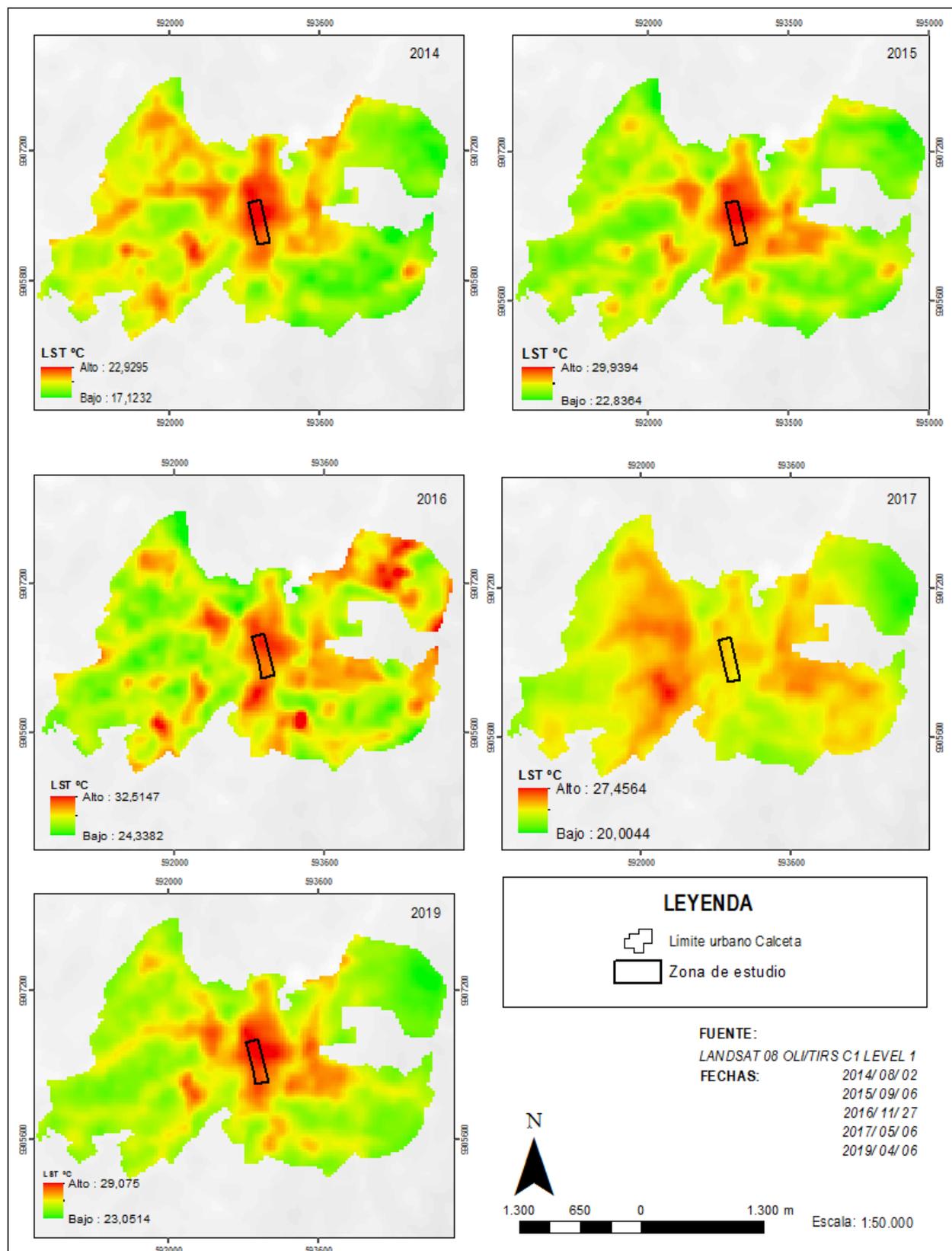
**Foto 10** Calle 10 de agosto entre calle Ricaurte y Granda centro. Ausencia de vegetación urbana.

### Anexo 5. Mapa de índice de Vegetación de Diferencia Normalizada - NDVI



	<b>MAPA DE NDVI</b>		<b>LÁMINA:</b> <b>2</b>
	<b>TEMA:</b> Importancia de vegetación urbana en la mitigación de la isla de calor en la zona céntrica de la ciudad de Calceta.	<b>AUTOR:</b> Vitéry Rivas Jean Pierre Antonio	

## Anexo 6. Mapa de Temperatura Superficial Terrestre - LST



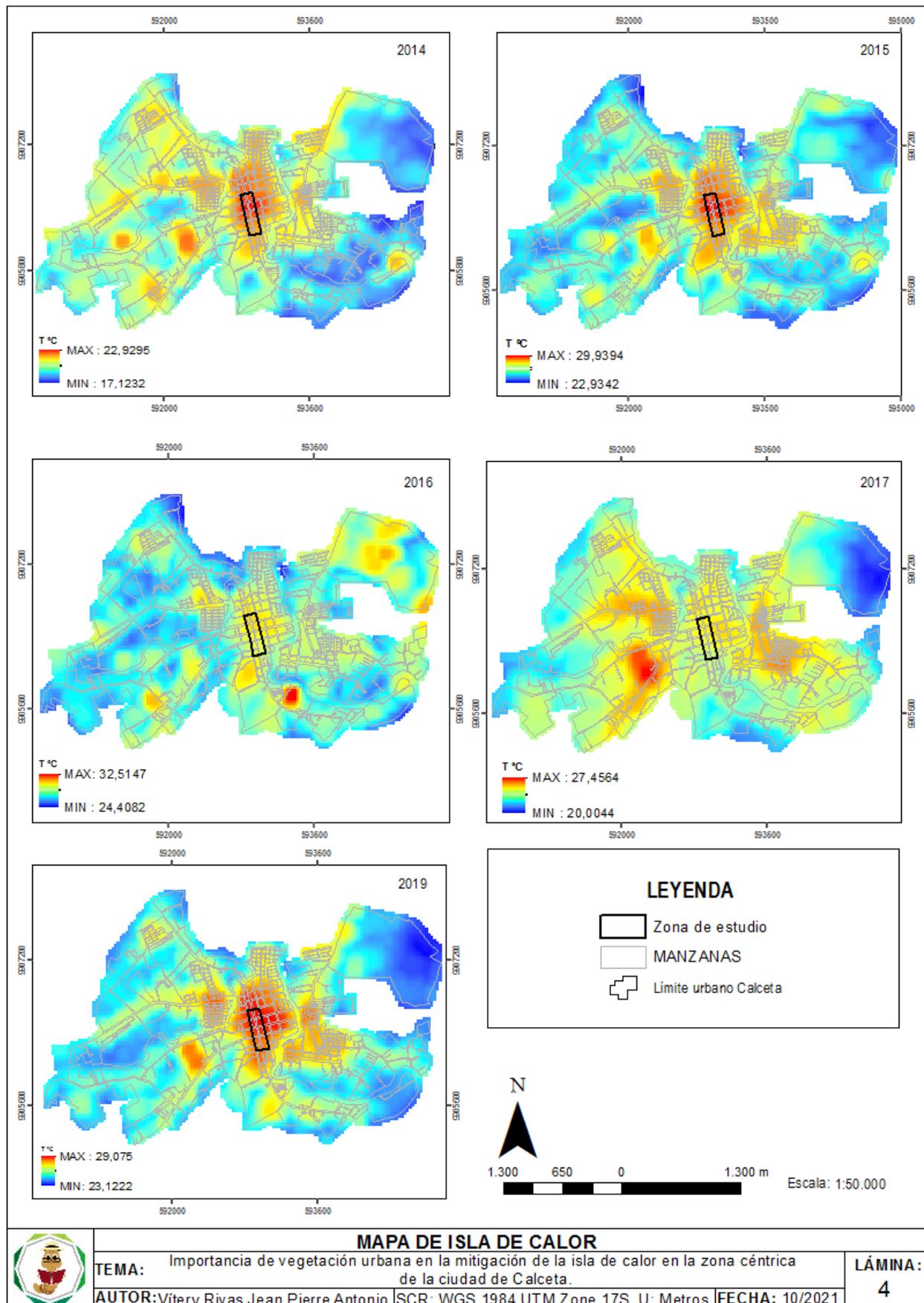
### MAPA DE TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE

**TEMA:** Importancia de vegetación urbana en la mitigación de la isla de calor en la zona céntrica de la ciudad de Calceta.

**AUTOR:** Vitéry Rivas Jean Pierre Antonio | **SCR:** WGS 1984 UTM Zone 17S U: Metros | **FECHA:** 10/2021

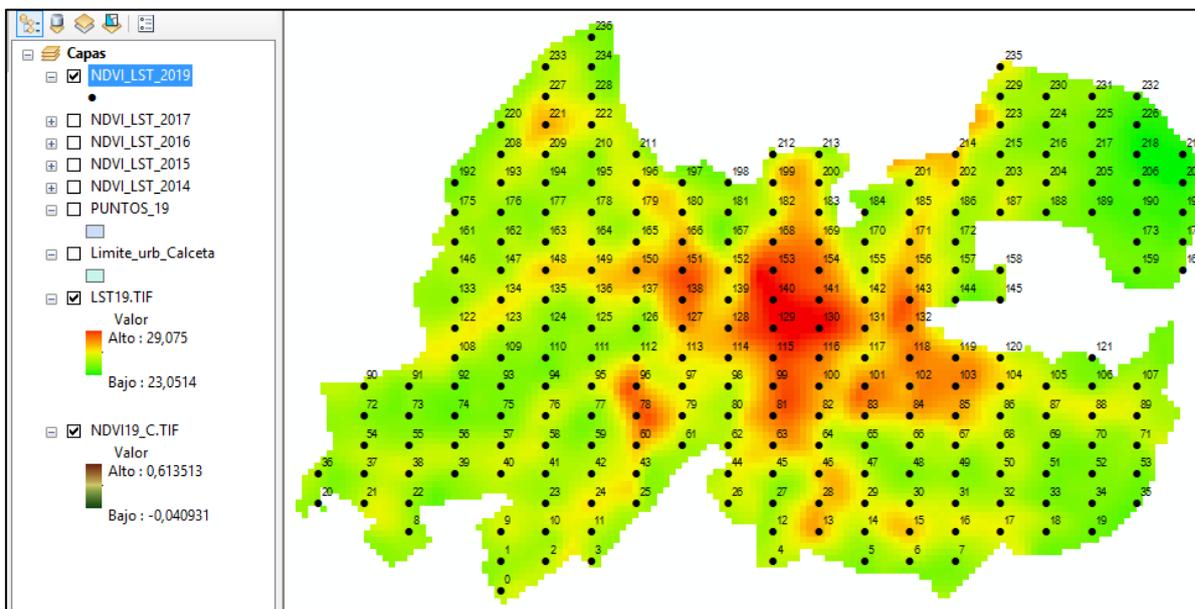
**LÁMINA:**  
3

## Anexo 7. Mapa de Isla de Calor



## Anexo 8. Base de datos de LST y NDVI obtenidos del geoprocesamiento de imágenes satelitales

- Distribución de Red de Puntos para la obtención de datos, captura de ArcMap.



## AÑO 2014

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
0	19,8349991	0,392397	44	19,7427998	0,243595	88	18,6963997	0,326147
1	19,2933998	0,392183	45	19,2157993	0,311741	89	18,8246002	0,381211
2	20,0711994	0,302369	46	20,2178001	0,259284	90	19,9494991	0,37868
3	20,0762005	0,387617	47	18,6812992	0,240961	91	19,3458996	0,450029
4	19,7029991	0,312662	48	17,5942001	0,356828	92	19,4484005	0,402532
5	17,8327999	0,37273	49	18,0758991	0,288947	93	19,9992008	0,449316
6	18,2982998	0,357238	50	18,2805996	0,385482	94	19,3558998	0,379086
7	18,4925003	0,405813	51	17,7313004	0,442243	95	19,9122009	0,247398
8	19,7054005	0,44797	52	18,7315998	0,42379	96	21,6576004	0,186772
9	19,8673992	0,265128	53	19,1081009	0,406776	97	20,2178001	0,181995
10	20,2574997	0,462361	54	19,8050995	0,378968	98	19,3309002	0,411202
11	20,2152996	0,312122	55	19,3209	0,431975	99	21,1049995	0,291719
12	19,2758999	0,307561	56	19,8822994	0,411734	100	20,7647991	0,114508
13	19,8225002	0,260968	57	19,8076	0,328667	101	21,0335999	0,105636
14	18,5025005	0,354693	58	19,1005993	0,454437	102	20,4729996	0,326233
15	19,6231003	0,191482	59	19,1282005	0,339271	103	20,4458008	0,161221
16	18,9225006	0,358547	60	20,3096008	0,438232	104	18,9550991	0,328987
17	18,9174995	0,194647	61	19,0403996	0,421028	105	18,7591991	0,230397
18	18,1669006	0,358839	62	19,5881996	0,302696	106	17,4493999	0,419345
19	18,0125999	0,438258	63	20,5844002	0,235757	107	18,5277004	0,372741
20	18,7240009	0,430563	64	19,9221001	0,249139	108	20,4680996	0,25475
21	19,1858006	0,408505	65	18,3588009	0,431825	109	19,1882992	0,434548
22	19,9818001	0,276683	66	18,1567993	0,400538	110	19,2609005	0,365387
23	20,9571991	0,22032	67	18,3588009	0,280341	111	18,7994003	0,447378
24	20,3069992	0,362661	68	18,2730007	0,324884	112	19,9445	0,381191
25	19,5382996	0,322155	69	17,8099995	0,416806	113	19,8747997	0,248028
26	19,6107006	0,321788	70	18,1516991	0,41398	114	20,4878998	0,321599
27	18,3512001	0,435181	71	20,3293991	0,15853	115	22,0342999	0,122857
28	19,4284	0,376666	72	19,5981998	0,295177	116	21,0902996	0,0971997
29	18,5806007	0,363002	73	18,9150009	0,462019	117	19,9295998	0,182236
30	18,8596992	0,355316	74	19,0704994	0,347665	118	20,9153004	0,10425
31	17,8859997	0,49472	75	20,9990997	0,296127	119	20,4235001	0,143404
32	18,0480003	0,367601	76	20,2723007	0,202938	120	19,4659004	0,184631
33	18,1744995	0,341225	77	19,1858006	0,347207	121	17,2481995	0,330384
34	18,7140007	0,415473	78	22,0221004	0,247725	122	20,5522003	0,312546
35	17,6348991	0,30928	79	19,9792995	0,393437	123	20,4556999	0,368498
36	18,8596992	0,402284	80	19,1756992	0,413829	124	18,8873997	0,459406
37	19,2033005	0,430392	81	21,3239002	0,253008	125	18,3512001	0,46528
38	20,0041008	0,247213	82	20,6140995	0,144204	126	18,7492008	0,373544
39	19,5433006	0,39457	83	20,1382999	0,204207	127	20,8190994	0,166922
40	19,5109005	0,354078	84	20,2474995	0,28179	128	20,3616009	0,148432
41	19,8971996	0,304966	85	19,5956993	0,184281	129	22,6674995	0,0946253
42	19,1933002	0,294678	86	18,3789997	0,366579	130	22,2952995	0,107996
43	19,8176003	0,287428	87	18,0403996	0,398909	131	20,5869007	0,151591

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
132	21,2035007	0,179368	177	19,7303009	0,109718	222	20,8043003	0,270013
133	19,9668999	0,367145	178	20,6215	0,32858	223	18,7416	0,431867
134	21,0065002	0,165892	179	19,5657997	0,379047	224	18,5076008	0,475462
135	19,6630001	0,429166	180	20,3738995	0,451562	225	18,3663998	0,397415
136	19,5881996	0,393388	181	19,6406002	0,345732	226	17,6704998	0,416211
137	19,405899	0,381567	182	20,1706009	0,37789	227	20,2872009	0,231685
138	21,6944008	0,1893	183	20,7376003	0,168734	228	19,7926998	0,447938
139	19,9195995	0,260237	184	18,7919006	0,390634	229	19,5058994	0,422219
140	22,4608994	0,11682	185	20,0314999	0,432225	230	19,4708996	0,419825
141	22,0391998	0,153822	186	19,8997002	0,306825	231	18,9451008	0,449794
142	19,7005005	0,41018	187	19,1382008	0,36296	232	18,5806007	0,348602
143	21,4983006	0,180162	188	19,0128002	0,364197	233	19,7378006	0,458403
144	18,9150009	0,315744	189	18,4748001	0,325484	234	18,8370991	0,435997
145	19,4384003	0,276448	190	17,9011993	0,357103	235	20,6238995	0,156286
146	20,1730995	0,40766	191	17,5128994	0,350905	236	18,8246002	0,482839
147	19,5333004	0,438265	192	19,0855007	0,393542			
148	20,7919006	0,264248	193	19,6506004	0,387285			
149	21,3264008	0,278398	194	19,8598995	0,365609			
150	21,1986008	0,195249	195	20,3045998	0,418751			
151	21,5939007	0,148228	196	20,8290005	0,388537			
152	20,5002995	0,262907	197	19,6905003	0,444582			
153	22,3708	0,10556	198	18,8973999	0,467399			
154	21,9829998	0,189226	199	20,4680996	0,248825			
155	19,6306	0,286881	200	20,9916992	0,136444			
156	20,6462002	0,146194	201	20,4284992	0,362639			
157	19,6630001	0,236369	202	20,8857002	0,21882			
158	19,6355991	0,272855	203	19,2908993	0,397328			
159	18,4496002	0,350188	204	18,7441006	0,412893			
160	18,6762009	0,319195	205	18,3008003	0,349191			
161	19,9818001	0,337775	206	17,9011993	0,377374			
162	19,7728004	0,311824	207	17,4901009	0,357049			
163	19,9344997	0,380588	208	19,3584003	0,356092			
164	20,1730995	0,400607	209	20,0365009	0,425161			
165	19,4008999	0,404156	210	20,1630993	0,434135			
166	20,6807995	0,150062	211	20,6338997	0,292267			
167	19,0779991	0,406173	212	19,8125992	0,311266			
168	21,4589996	0,16682	213	20,2077999	0,265103			
169	21,3264008	0,150672	214	21,4123993	0,142272			
170	19,698	0,283559	215	19,0680008	0,458599			
171	20,6956005	0,172293	216	18,4193001	0,473285			
172	19,7353001	0,267131	217	18,1567993	0,408513			
173	18,5202007	0,302472	218	17,7033997	0,383679			
174	18,2907009	0,318764	219	17,9265003	0,321564			
175	19,4783993	0,40008	220	19,2233009	0,40302			
176	19,6182003	0,411642	221	21,1616993	0,141383			

## AÑO 2015

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
0	25,6252003	0,222629	44	25,6849003	0,363975	88	24,7045994	0,386174
1	24,7600002	0,432933	45	25,3670006	0,376275	89	26,2633991	0,319935
2	25,7539997	0,243793	46	25,5463009	0,290382	90	25,1513996	0,316126
3	26,8013	0,207601	47	25,4316006	0,235715	91	25,2593002	0,280487
4	25,5177002	0,197913	48	25,2544994	0,230447	92	25,4603004	0,359005
5	24,8873997	0,319376	49	26,3062	0,0968654	93	25,5272007	0,369026
6	25,1011009	0,424208	50	25,2329006	0,224714	94	25,5391998	0,400292
7	23,8761005	0,443331	51	25,1011009	0,429587	95	26,9312	0,136105
8	26,1422005	0,138292	52	24,9209995	0,333025	96	24,6685009	0,449678
9	23,8372993	0,475275	53	23,5118999	0,384698	97	28,0384007	0,0994779
10	24,9090004	0,413394	54	23,6480007	0,347526	98	27,8276005	0,131645
11	24,8465004	0,423554	55	24,2801991	0,414068	99	25,2640991	0,232161
12	24,5648994	0,0803199	56	27,1011009	0,134424	100	26,2775993	0,143764
13	25,9304008	0,323345	57	25,9733009	0,304608	101	25,5319996	0,291054
14	25,5296001	0,353665	58	24,6973991	0,403546	102	24,3960991	0,37546
15	26,2015991	0,415991	59	24,2560997	0,485574	103	25,2521	0,323988
16	24,9787006	0,362699	60	23,8204002	0,433448	104	24,5865993	0,213442
17	26,1660004	0,414185	61	23,4706001	0,410589	105	24,1448994	0,451837
18	27,0538998	0,129219	62	24,9354992	0,409742	106	24,4468002	0,459552
19	24,2849998	0,407996	63	26,5883007	0,143814	107	25,5702	0,398684
20	25,2975998	0,401829	64	25,3167	0,408608	108	26,8106995	0,198291
21	25,1826	0,332247	65	25,2544994	0,350433	109	24,6107006	0,361251
22	25,3670006	0,381169	66	25,2017002	0,397199	110	27,5858994	0,264213
23	25,4484005	0,343721	67	28,3164005	0,168107	111	26,0209007	0,393972
24	24,7311001	0,306892	68	26,2397003	0,316395	112	25,2017002	0,453969
25	24,1933002	0,371119	69	29,2441998	0,0910612	113	28,2488003	0,171515
26	23,8034	0,397216	70	28,7359009	0,18415	114	27,0774994	0,141587
27	24,9113998	0,38847	71	26,0827007	0,352215	115	27,2779007	0,175136
28	25,6968002	0,351424	72	27,7618999	0,213462	116	26,8745003	0,277441
29	25,1369991	0,33072	73	24,6830006	0,37334	117	26,6711998	0,14535
30	25,1371002	0,418448	74	24,4130001	0,367772	118	25,5009995	0,349618
31	26,3465004	0,373651	75	25,2807999	0,357011	119	25,4866009	0,383708
32	25,1921997	0,420297	76	24,8512993	0,421349	120	25,8279991	0,305177
33	24,2537003	0,444537	77	26,4911995	0,285931	121	25,7350006	0,384787
34	26,3204002	0,271935	78	26,7492008	0,28225	122	25,2304993	0,399757
35	26,1184006	0,175525	79	27,2448997	0,185428	123	24,7912006	0,435212
36	26,3108997	0,348606	80	28,4424	0,133231	124	24,3405991	0,420106
37	26,2919006	0,176406	81	26,3488998	0,238323	125	25,6777	0,448831
38	25,594101	0,330994	82	29,1422005	0,0784642	126	25,4029007	0,460256
39	25,7588005	0,246829	83	28,218399	0,124234	127	25,9946995	0,235847
40	24,4323006	0,374801	84	25,0195007	0,406845	128	28,3188	0,154212
41	24,0191002	0,40717	85	26,7516003	0,165465	129	26,2420006	0,144294
42	23,8008995	0,344171	86	25,6418991	0,237049	130	25,7469006	0,353532
43	25,2161007	0,235804	87	24,6515999	0,334442	131	27,8603992	0,242204

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
132	27,6564007	0,103332	177	24,7791996	0,370582	222	25,5797997	0,388242
133	28,3444996	0,0909799	178	24,6131001	0,404077	223	25,8637009	0,283524
134	27,4613991	0,292761	179	24,7021999	0,39774	224	23,9706001	0,362393
135	28,0734005	0,160126	180	23,7742996	0,321856	225	24,3043995	0,409476
136	26,4272003	0,334314	181	24,6179008	0,43137	226	24,4009991	0,450558
137	25,6562004	0,294331	182	24,7695999	0,425884	227	25,3048	0,472053
138	24,6226997	0,418559	183	25,5893993	0,214705	228	26,7966003	0,221962
139	25,0986996	0,398847	184	25,1011009	0,376732	229	25,6347008	0,454533
140	25,5391998	0,322088	185	25,7278004	0,35734	230	25,7110996	0,25134
141	24,4179001	0,443736	186	24,9883003	0,289184	231	25,2113991	0,326469
142	24,1473007	0,417671	187	25,6919994	0,276617	232	26,2824001	0,233101
143	24,5118999	0,46904	188	26,4839993	0,268909	233	24,8033009	0,411521
144	25,8232002	0,330389	189	26,2919006	0,181623	234	26,0280991	0,167697
145	26,2966003	0,175132	190	25,9638004	0,33939	235	25,4125004	0,404732
146	26,8673992	0,337465	191	26,8533001	0,340779	236	26,0827007	0,214065
147	28,3980999	0,103177	192	25,0578995	0,276073			
148	28,1014996	0,0777871	193	24,1497002	0,333085			
149	26,6285992	0,226216	194	24,8537998	0,286712			
150	27,6938992	0,0974616	195	25,0699005	0,292038			
151	27,8768005	0,148506	196	24,3502998	0,45905			
152	26,6499004	0,214029	197	25,2975998	0,284163			
153	24,0625992	0,426823	198	25,0986996	0,333654			
154	25,9018993	0,275918	199	24,7141991	0,365514			
155	25,5032997	0,398362	200	24,8512993	0,381454			
156	24,2705994	0,45931	201	25,3383007	0,42173			
157	24,1424999	0,451818	202	25,5916996	0,265165			
158	24,2198009	0,492409	203	25,1345997	0,396614			
159	27,0373993	0,159852	204	24,5216007	0,221483			
160	27,3955002	0,126931	205	26,7516003	0,274386			
161	29,7320004	0,0664487	206	24,6998005	0,385057			
162	29,4570999	0,101842	207	25,7420998	0,345978			
163	27,5060997	0,123982	208	27,9610996	0,193346			
164	27,3367004	0,201803	209	26,4011002	0,227399			
165	24,6588993	0,389723	210	24,8008003	0,442714			
166	26,1541004	0,388793	211	24,8008003	0,304304			
167	25,6131992	0,166379	212	25,3861008	0,2484			
168	24,8801994	0,443513	213	25,2472992	0,269724			
169	26,1208	0,320382	214	24,6371994	0,432861			
170	25,4507008	0,331969	215	24,7406998	0,43037			
171	25,6704998	0,32687	216	26,9312	0,175302			
172	24,7238998	0,473426	217	25,7660007	0,408802			
173	26,2397003	0,342619	218	25,3549995	0,399683			
174	25,4507008	0,348162	219	25,7015991	0,325292			
175	25,5344009	0,3006	220	25,5797997	0,388242			
176	24,6613007	0,396779	221	25,7015991	0,325292			

## AÑO 2016

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
0	27,4025993	0,176864	44	28,1201992	0,23184	88	27,2707996	0,209729
1	26,6096001	0,332418	45	27,6375999	0,215483	89	30,4267006	0,210556
2	27,5648003	0,342442	46	26,9571991	0,20259	90	26,9431	0,235344
3	27,8721008	0,262895	47	26,4295006	0,231275	91	26,4626999	0,202198
4	29,7735004	0,244538	48	27,0373993	0,199672	92	25,8589993	0,251163
5	28,0851002	0,20386	49	29,2325993	0,121157	93	26,1993008	0,198791
6	27,094101	0,317039	50	27,9752007	0,267692	94	27,5930004	0,234511
7	25,4244003	0,34418	51	30,0776005	0,213281	95	28,4563999	0,133371
8	28,2346992	0,155349	52	30,7290993	0,11968	96	25,2880001	0,29525
9	25,2401009	0,400768	53	26,3180008	0,254871	97	28,552	0,152977
10	27,5953007	0,262659	54	27,4144001	0,185603	98	28,7219009	0,111003
11	26,1874008	0,256355	55	27,3955002	0,276291	99	26,8295994	0,212928
12	25,4554996	0,0890277	56	28,6009007	0,145585	100	27,7807007	0,137263
13	26,8862991	0,204288	57	28,0242996	0,221348	101	26,9596004	0,190166
14	26,8768997	0,265913	58	27,6422997	0,280861	102	27,4214001	0,234216
15	26,6166992	0,224637	59	28,1833	0,267742	103	28,1809998	0,212693
16	26,0042	0,224269	60	28,7870007	0,196265	104	26,8887005	0,246055
17	26,6000996	0,356252	61	25,9018993	0,21883	105	25,9137001	0,345796
18	28,0804996	0,13264	62	27,2189999	0,26446	106	26,4508991	0,282278
19	25,7325993	0,285925	63	27,2495995	0,115437	107	27,1152992	0,256969
20	27,2919998	0,281218	64	26,3677998	0,226489	108	28,0337009	0,204932
21	27,0161991	0,233063	65	26,8840008	0,225548	109	25,4482994	0,270042
22	26,8722	0,352085	66	27,0727997	0,252361	110	29,0053997	0,135042
23	26,9431	0,284966	67	28,7730999	0,136709	111	26,7231998	0,261446
24	28,5473003	0,180204	68	27,3766994	0,183635	112	26,6474991	0,166898
25	27,6728001	0,223434	69	29,9671001	0,0981836	113	30,0361004	0,131688
26	27,3320007	0,237259	70	29,3969994	0,127724	114	27,4402008	0,131607
27	26,1896992	0,274745	71	26,6877995	0,30068	115	28,2511005	0,131918
28	26,8722	0,235666	72	28,7917004	0,161255	116	28,2488003	0,264107
29	26,7989006	0,321424	73	26,7966003	0,273685	117	28,2066994	0,120446
30	26,6403999	0,313309	74	26,6900997	0,263102	118	27,7220993	0,241184
31	27,5130997	0,278961	75	26,9972992	0,318678	119	26,9950008	0,271543
32	26,3299007	0,292665	76	25,5534992	0,325764	120	27,2826004	0,224799
33	25,1562004	0,386673	77	26,7611008	0,179727	121	28,4307995	0,201704
34	26,8155003	0,17289	78	27,2331009	0,152202	122	27,6938992	0,227111
35	27,4731998	0,137879	79	28,3794994	0,15646	123	26,3631001	0,333262
36	27,9892006	0,218684	80	29,8057995	0,122765	124	26,2705002	0,286109
37	28,0242996	0,190978	81	27,6961994	0,179382	125	26,7350006	0,30904
38	28,0407009	0,236772	82	29,6051006	0,105257	126	27,7784004	0,266194
39	29,875	0,153112	83	29,0471992	0,115647	127	27,1765995	0,213483
40	28,6917	0,150958	84	26,2800007	0,250836	128	28,5846004	0,150012
41	26,9407005	0,208734	85	28,3141003	0,138118	129	27,0398006	0,145762
42	27,7455006	0,20775	86	26,4508991	0,208479	130	26,8248997	0,211232
43	27,1200008	0,226077	87	27,0256996	0,207355	131	28,5543003	0,168252

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
132	28,0967999	0,099707	177	26,7516003	0,142513	222	25,9827995	0,20163
133	28,8684006	0,092412	178	26,6641006	0,236658	223	26,9146996	0,185637
134	28,5450001	0,216684	179	27,3743	0,239365	224	27,7173996	0,195609
135	28,5916004	0,144628	180	25,6968002	0,22717	225	26,7516003	0,3446
136	28,8661003	0,202258	181	25,9256001	0,304034	226	27,6681004	0,22968
137	28,218399	0,227294	182	26,7705002	0,257471	227	27,0846004	0,342806
138	26,6616993	0,333309	183	26,8722	0,22506	228	27,5718994	0,231174
139	28,6054993	0,253089	184	26,3582993	0,304381	229	27,4214001	0,20798
140	27,1082001	0,250174	185	27,2943993	0,269064	230	28,7964001	0,17388
141	25,434	0,341469	186	28,4610996	0,232677	231	26,8815994	0,220149
142	26,3488998	0,220335	187	27,3038006	0,211816	232	27,6399002	0,151385
143	26,6025009	0,277441	188	27,6611004	0,232783	233	28,0125999	0,172809
144	26,6215	0,240358	189	27,4566994	0,147975	234	27,7901001	0,159869
145	26,9146996	0,149319	190	28,3351002	0,188944	235	27,5531006	0,238974
146	27,6070995	0,177438	191	28,1483002	0,222933	236	25,8064995	0,370084
147	28,8055992	0,104164	192	30,8458004	0,166702			
148	28,8218994	0,124481	193	27,1506996	0,152001			
149	27,2542992	0,176345	194	27,1200008	0,27747			
150	28,8103008	0,107165	195	26,9335995	0,221848			
151	28,2838001	0,123222	196	25,6061001	0,343501			
152	28,6242008	0,17672	197	26,5314007	0,0978256			
153	26,8367004	0,215213	198	27,6257992	0,226239			
154	27,8111992	0,196975	199	26,6333008	0,296687			
155	26,2989998	0,268902	200	26,1541004	0,331095			
156	25,3286991	0,296848	201	26,9218006	0,292821			
157	26,5764999	0,230562	202	26,8887005	0,234892			
158	26,2705002	0,202627	203	27,3132	0,25246			
159	27,4848995	0,142431	204	26,7705002	0,270463			
160	27,9143009	0,119952	205	28,4120998	0,191672			
161	29,7597008	0,08059	206	26,2420006	0,280723			
162	29,9393997	0,0990433	207	27,5695	0,177618			
163	28,3397999	0,103118	208	29,7849998	0,146965			
164	28,6940002	0,141336	209	27,4920006	0,170358			
165	25,5247993	0,319909	210	25,8946991	0,316714			
166	26,9218006	0,341129	211	26,8248997	0,2499			
167	26,5125008	0,331679	212	27,3766994	0,163771			
168	29,7619991	0,167511	213	26,7775993	0,240614			
169	27,6634007	0,264733	214	26,3535995	0,250511			
170	26,8722	0,256769	215	26,0732994	0,334525			
171	27,4001999	0,213281	216	28,9218006	0,16799			
172	27,1317997	0,149895	217	28,7103004	0,169458			
173	28,3677998	0,203555	218	27,6916008	0,280935			
174	30,3418007	0,15745	219	27,5319004	0,265414			
175	27,0422001	0,235278	220	28,3747997	0,318839			
176	26,9053001	0,259194	221	27,5883007	0,180089			

## AÑO 2017

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
0	13,1849003	0,454314	44	12,2025003	0,43513	88	13,9224005	0,407894
1	14,9153004	0,382537	45	11,5885	0,3964	89	15,4892998	0,132496
2	15,1042995	0,306611	46	13,1634998	0,49192	90	15,2327995	0,175887
3	14,2535	0,255736	47	13,7364998	0,327013	91	14,2138004	0,326142
4	13,5369997	0,440621	48	14,6072998	0,440526	92	15,6590996	0,229918
5	13,2329998	0,411419	49	14,9783001	0,422824	93	14,9441996	0,337261
6	12,8584995	0,387277	50	14,8864002	0,190661	94	14,7917004	0,44205
7	14,5282001	0,356016	51	14,3434	0,29145	95	12,4744997	0,38034
8	14,2243996	0,440096	52	14,3724003	0,257229	96	12,2349005	0,415615
9	13,8083	0,460724	53	14,6178999	0,191251	97	13,8559999	0,4131
10	13,5848999	0,37533	54	15,1646996	0,130213	98	14,1794004	0,285241
11	13,6541004	0,421613	55	14,0099001	0,420148	99	14,9284	0,33504
12	13,9303999	0,446839	56	13,8083	0,395801	100	15,5991001	0,430972
13	13,8613997	0,336588	57	13,2250004	0,441649	101	15,1541996	0,405349
14	13,9966002	0,44149	58	12,2349005	0,359615	102	15,3636999	0,131518
15	14,6969004	0,170899	59	11,9784002	0,451095	103	13,3423996	0,447174
16	15,1226997	0,300514	60	13,3638	0,380782	104	15,1384001	0,18091
17	15,1698999	0,301185	61	15,4709997	0,177135	105	15,1489	0,18029
18	14,9074001	0,269339	62	15,6356001	0,35836	106	13,9622002	0,374745
19	13,6381998	0,418991	63	13,6940002	0,464491	107	15,1226997	0,28257
20	14,3724003	0,327174	64	13,4278002	0,451963	108	14,8443003	0,280819
21	15,0754995	0,164284	65	12,9389	0,496834	109	12,4799004	0,431995
22	14,2666998	0,446661	66	12,1134996	0,472694	110	11,7566004	0,334514
23	14,6494999	0,296445	67	12,1917	0,467969	111	12,7137003	0,412424
24	14,6468	0,339639	68	13,5663004	0,399182	112	13,0137997	0,458988
25	14,3064003	0,337259	69	13,3771	0,426174	113	13,0137997	0,416196
26	13,1688995	0,332354	70	15,0754995	0,205818	114	13,3903999	0,407536
27	12,3318996	0,400847	71	15,3611002	0,431935	115	13,8002996	0,395411
28	11,6210003	0,360044	72	15,3558998	0,344241	116	15,1489	0,300381
29	13,4651003	0,433863	73	15,3768997	0,433387	117	15,1016998	0,429622
30	14,1052999	0,413902	74	16,2007008	0,186459	118	17,1648998	0,137601
31	14,5625	0,353486	75	13,9806995	0,283608	119	15,8650999	0,31188
32	14,8758001	0,458833	76	15,3611002	0,141305	120	14,0232	0,416999
33	15,3636999	0,299209	77	15,2957001	0,219382	121	14,5493002	0,152785
34	14,2561998	0,323444	78	14,5625	0,296922	122	14,0523005	0,127739
35	13,8719997	0,49048	79	15,9849005	0,206542	123	15,2982998	0,148465
36	14,3989	0,316269	80	14,6363001	0,378315	124	15,1201	0,166452
37	14,5545998	0,193617	81	14,8599997	0,443854	125	16,2474003	0,149727
38	-9999	-9999	82	13,6328001	0,377146	126	15,2564001	0,343882
39	14,1450005	0,426906	83	14,3486996	0,439357	127	14,6599998	0,468477
40	15,2826004	0,215009	84	15,6983004	0,192651	128	15,3978004	0,19551
41	14,2879	0,279618	85	16,1849995	0,196489	129	14,8284998	0,224187
42	13,9701004	0,325181	86	16,2707005	0,169842	130	13,4757004	0,349874
43	13,2596998	0,389395	87	16,0135002	0,157866	131	13,0699997	0,32719

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
132	13,2971001	0,400463	177	15,6904001	0,138054	222	14,7258997	0,440766
133	13,4384003	0,424594	178	15,3480997	0,139129	223	15,0886002	0,377084
134	13,4171	0,446094	179	15,8494997	0,15067	224	16,6697006	0,167192
135	13,6833	0,431523	180	12,7754002	0,378464	225	15,4343996	0,407892
136	14,4094	0,444063	181	13,3211002	0,407367	226	14,4674997	0,370132
137	15,7216997	0,231856	182	14,6548004	0,418055	227	14,4833002	0,384933
138	16,5144005	0,189394	183	14,1290998	0,412479	228	14,0867996	0,232096
139	15,6173	0,197829	184	13,7472	0,382462	229	13,8002996	0,24395
140	14,1634998	0,470403	185	14,0390997	0,408127	230	14,4146996	0,386113
141	14,5150003	0,324084	186	14,4833002	0,41685	231	14,8364	0,400223
142	14,5017996	0,123695	187	15,6955996	0,336769	232	14,6337004	0,280005
143	15,6356001	0,140171	188	15,3087997	0,343072	233	14,7416	0,414756
144	15,4500999	0,412759	189	14,573	0,35287	234	14,4306002	0,452457
145	16,2681007	0,15134	190	13,6408005	0,462789	235	14,5071001	0,437218
146	15,7973003	0,213252	191	13,5263004	0,390668	236	14,0628996	0,205842
147	15,4343996	0,404719	192	13,7125998	0,385688			
148	14,7522001	0,409564	193	13,8322001	0,41648			
149	14,2376003	0,429572	194	14,4912004	0,257953			
150	13,1475	0,348827	195	14,092	0,4526			
151	13,9755001	0,2785	196	14,5150003	0,401165			
152	14,0099001	0,334183	197	14,7601004	0,443473			
153	14,0125999	0,42015	198	14,0815001	0,399378			
154	14,1371002	0,268627	199	13,4438	0,455033			
155	14,9309998	0,471648	200	14,3353996	0,323245			
156	15,4109001	0,416388	201	14,1396999	0,341786			
157	15,3270998	0,226833	202	13,7844	0,390121			
158	14,8653002	0,214317	203	14,2904997	0,353191			
159	15,0019999	0,21184	204	14,6258001	0,446595			
160	15,2589998	0,113523	205	15,1226997	0,368735			
161	15,0099001	0,245699	206	15,8599005	0,310323			
162	15,9379997	0,226724	207	14,4674997	0,258434			
163	15,8233995	0,153217	208	14,2535	0,251795			
164	15,6800003	0,223335	209	14,2059002	0,242968			
165	15,3741999	0,393831	210	14,0628996	0,292162			
166	14,5518999	0,428959	211	13,8507004	0,295525			
167	12,8557997	0,368362	212	14,4674997	0,350186			
168	-9999	-9999	213	14,1899996	0,371627			
169	14,3302002	0,27793	214	14,7390003	0,308784			
170	14,6520996	0,395509	215	14,3407001	0,462858			
171	14,5993996	0,442897	216	14,3037004	0,450195			
172	14,9520998	0,351772	217	13,3318005	0,398725			
173	14,7943001	0,37505	218	13,7046003	0,43057			
174	15,4604998	0,151304	219	13,3745003	0,40793			
175	14,7601004	0,148721	220	13,9806995	0,399827			
176	15,3533001	0,133591	221	14,0734997	0,437095			

## AÑO 2019

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
0	25,0338993	0,422043	44	25,5893993	0,204395	88	25,8780003	0,341649
1	24,719101	0,468675	45	25,3407001	0,44543	89	25,5081005	0,388444
2	25,1681995	0,413519	46	26,4081993	0,344841	90	25,0002995	0,445535
3	25,0818996	0,457374	47	25,3526993	0,298174	91	24,5191994	0,522731
4	25,1681995	0,388228	48	24,3092003	0,193339	92	24,1714993	0,502971
5	24,4468002	0,520263	49	24,6131001	0,540951	93	24,2851009	0,500824
6	25,1970005	0,375969	50	25,1131001	0,272363	94	24,7768002	0,551873
7	24,4323006	0,504695	51	24,3115997	0,442322	95	25,6228008	0,254366
8	24,8994007	0,480299	52	24,2271004	0,138812	96	27,9470997	0,113612
9	25,4004993	0,278326	53	24,1933002	0,313279	97	26,0018997	0,125969
10	24,9162006	0,41052	54	25,1537991	0,466436	98	25,3813992	0,467609
11	25,3048	0,261616	55	24,9281998	0,496533	99	27,7877007	0,325898
12	24,9619007	0,463399	56	25,1226006	0,314189	100	27,3603001	0,0800562
13	27,0916996	0,217902	57	25,3311005	0,360109	101	27,7479	0,106471
14	25,1753998	0,422981	58	25,1874008	0,485579	102	27,0893993	0,347607
15	26,6592999	0,174408	59	24,8104992	0,358405	103	27,5671997	0,129031
16	25,6203995	0,40037	60	26,6807003	0,474672	104	26,3892002	0,332412
17	25,9519005	0,211257	61	24,8584995	0,485658	105	25,5774002	0,361406
18	24,6179008	0,382926	62	25,3908997	0,34205	106	24,5216007	0,467008
19	24,0433006	0,516533	63	26,7185001	0,197271	107	25,1609993	0,413254
20	24,3913002	0,493126	64	26,2539005	0,183261	108	25,3358994	0,276405
21	25,2521	0,498933	65	24,6252003	0,546733	109	24,5070992	0,497836
22	24,7215004	0,496824	66	25,0771008	0,334566	110	24,094101	0,458735
23	24,9641991	0,488183	67	25,3048	0,183289	111	24,6709003	0,472507
24	26,2539005	0,401134	68	25,3143997	0,373728	112	26,1303005	0,383981
25	25,4053001	0,432595	69	24,5722008	0,545964	113	26,2824001	0,199331
26	25,3479004	0,183624	70	24,3936996	0,408263	114	26,4176998	0,436595
27	24,5384007	0,509879	71	24,8248997	0,443768	115	28,0407009	0,128656
28	26,6333008	0,412219	72	24,4806004	0,371868	116	27,8393002	0,185807
29	25,9423008	0,318993	73	24,3188992	0,439014	117	26,2539005	0,19243
30	25,5797997	0,44582	74	23,9584999	0,508593	118	27,6868992	0,0819
31	25,4004993	0,415097	75	24,2077007	0,42982	119	27,3719997	0,10655
32	25,2448997	0,220854	76	25,5391998	0,217332	120	26,0494003	0,191662
33	24,3358002	0,401752	77	24,3068008	0,552406	121	24,0771008	0,499579
34	24,2922993	0,546298	78	27,6257992	0,156283	122	25,8351002	0,318781
35	23,8857994	0,239218	79	25,8423004	0,460708	123	25,4554996	0,456515
36	24,9522991	0,456766	80	25,0531006	0,539945	124	24,5722008	0,509761
37	24,8633995	0,44272	81	27,7220993	0,170186	125	24,7863998	0,39356
38	25,4197006	0,265934	82	26,9242001	0,130204	126	24,3551006	0,413687
39	24,8080997	0,468207	83	26,6972008	0,180767	127	27,1506996	0,116414
40	25,4435997	0,411277	84	26,6972008	0,405966	128	27,2472	0,0868173
41	24,9234009	0,379293	85	26,9524994	0,13206	129	28,8568001	0,0690425
42	25,2807999	0,283131	86	25,3885994	0,417885	130	28,9915009	0,100197
43	25,9638004	0,47173	87	25,2425003	0,396629	131	27,0256996	0,0608081

Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI	Puntos	LST	NDVI
132	27,6658001	0,183159	177	24,7551003	0,0696523	222	25,8255997	0,271867
133	24,6324005	0,439101	178	25,2017994	0,381785	223	25,4722996	0,484381
134	26,1018009	0,0369282	179	25,4986	0,321278	224	24,302	0,394081
135	25,2759991	0,4207	180	26,0709	0,380865	225	24,1401005	0,409219
136	25,5034008	0,368943	181	24,6732998	0,322715	226	23,2709007	0,506886
137	25,9400005	0,396986	182	25,4459991	0,493831	227	25,8684998	0,239221
138	28,0454006	0,122752	183	26,5550995	0,109964	228	25,0051003	0,476673
139	26,2539005	0,293904	184	24,4540997	0,428434	229	24,9762993	0,543677
140	29,0356007	0,0891007	185	25,7660007	0,378444	230	24,7479	0,224923
141	28,5869007	0,194766	186	25,1945992	0,443754	231	24,6107006	0,42443
142	26,2705002	0,415597	187	25,6800995	0,139234	232	23,7282009	0,454892
143	27,9634991	0,184738	188	24,3889008	0,537935	233	25,2448997	0,483622
144	24,6613007	0,396707	189	23,9803009	0,424709	234	24,5240002	0,524621
145	24,8008995	0,422552	190	23,5653992	0,500159	235	25,9733009	0,140985
146	25,0363007	0,418871	191	23,5436001	0,435083	236	24,4202995	0,532644
147	24,8537998	0,484802	192	24,2005005	0,472477			
148	26,5692997	0,261897	193	25,3311005	0,388284			
149	26,4438	0,145841	194	24,8514004	0,402149			
150	27,2826004	0,174408	195	24,7141991	0,454031			
151	28,0874996	0,118791	196	25,9185009	0,414792			
152	26,3038006	0,327144	197	24,8416996	0,352439			
153	28,6730995	0,0324563	198	24,2922993	0,496784			
154	28,0991993	0,146693	199	26,0352001	0,196227			
155	25,2999992	0,328248	200	26,2894993	0,119881			
156	26,9549007	0,141084	201	25,4172993	0,378019			
157	25,3885002	0,229838	202	26,4389992	0,169872			
158	25,0627003	0,266548	203	25,2880001	0,288865			
159	24,0988998	0,442173	204	24,9787006	0,317337			
160	24,2947006	0,490941	205	24,0457001	0,332569			
161	25,0650997	0,41077	206	23,4997997	0,528283			
162	24,8873997	0,369999	207	23,1637001	0,446114			
163	25,2257004	0,419074	208	25,0482998	0,363929			
164	25,6418991	0,439376	209	25,3096008	0,34928			
165	25,8946991	0,312795	210	24,6541004	0,474332			
166	27,0681	0,0886311	211	25,3024006	0,245647			
167	24,8633995	0,47649	212	25,1466007	0,260213			
168	27,4284992	0,129177	213	25,6228008	0,235982			
169	27,4402008	0,111642	214	26,8036003	0,139611			
170	25,2544994	0,272664	215	24,7647991	0,413257			
171	26,6166992	0,172539	216	24,5263996	0,439737			
172	25,0170994	0,211048	217	24,0384007	0,448589			
173	23,9755001	0,404514	218	23,1490002	0,489987			
174	23,9487991	0,457931	219	23,1807003	0,497725			
175	24,7768002	0,393268	220	24,4540997	0,496962			
176	24,6203003	0,509837	221	27,0727997	0,0918377			

