

## EVOLUCIÓN URBANA DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL DEPARTAMENTO DE PIURA EN EL PERIODO 1985 – 2019



Lima-Perú

2020

**EVOLUCIÓN URBANA DE LAS PRINCIPALES  
CIUDADES DEL DEPARTAMENTO DE PIURA EN  
EL PERIODO 1985 – 2019**

Responsable

Ing. Juan Carlos Gómez

Desarrollo

Unidad de Geodinámica

Giovana Gutiérrez

Apoyo Técnico

Estherfilia Campos

## RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se desea analizar la evolución urbana de las principales ciudades del departamento de Piura, conformados por los distritos de Castilla, Chulucanas, Paita, Parachique, Piura, Sechura, Sullana, Talara, Las Lomas, Tambo Grande, La Arena, La Unión, Morropón y Querecotillo, mediante el análisis de imágenes satelitales Landsat, para los años 1985 y 2019.

La metodología de estudio está basada en el procesamiento digital de imágenes satelitales. Las imágenes Landsat se caracterizan por su número de bandas y que son utilizadas en su mayoría para el estudio de distintas cubiertas. Las bandas espectrales van a mostrar diferente color de acuerdo a su combinación, propiedad que será usada para detectar los cambios en el área urbana y poder realizar el análisis correspondiente.

El estudio dio como resultado la delimitación del casco urbano para los años de estudio permitiendo la comparación de áreas de los años elegidos. El crecimiento urbano para algunas ciudades fue mínimo (Querecotillo y La Arena), mientras que para otras se pudo apreciar un cambio sustancial en el crecimiento del casco urbano (Piura, Castilla, Paita y Sullana).

**Palabras clave:** Evolución urbana

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	3
ÍNDICE .....	4
1.- INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.- Objetivos.....	5
1.2.- Área de estudio.....	6
1.2.1.- Antecedentes .....	7
2.- METODOLOGÍA Y DATOS .....	10
3.- RESULTADOS.....	11
3.1 Centros poblados PPR- 2018.....	11
3.1.1 Piura.....	11
3.1.2 Castilla.....	12
3.1.3 Sechura .....	12
3.1.4 Paita .....	13
3.1.5 Parachique .....	14
3.1.6 Chulucanas.....	14
3.1.7 Sullana .....	15
3.2 Centros poblados PPR- 2019.....	16
3.2.1 La Arena – La Unión.....	16
3.2.2 Las Lomas.....	18
3.2.3 Tambo Grande .....	19
3.2.4 Morropón .....	21
3.2.5 Querecotillo .....	22
3.2.6 Talara .....	24
4. DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIA .....	29

# 1.- INTRODUCCIÓN

El estudio del crecimiento urbano mediante el uso de imágenes satelitales ha tomado mucha importancia en los últimos años ya que mediante este método facilita llegar a zonas más extensas. Las imágenes satelitales son una fuente confiable de información, y mediante diferentes técnicas de procesado se puede obtener las características del uso de suelo del territorio en estudio y lo más importante como sea desarrollado la expansión urbana, que consiste en el aumento de la población y viviendas en un área urbana. Las imágenes satelitales proveen información espectral, lo que nos permitirá ver las características expansivas de cada área urbana, una de las formas es mediante el combinado de bandas. La percepción de una cobertura se puede discriminar gracias a su comportamiento espectral (Rodríguez y Arredondo, 2005).

## 1.1.- Objetivos

- Estudio de la evolución urbana de los distritos de Castilla, Chulucanas, Paita, Parachique, Piura, Sechura, Sullana, Talara, Las Lomas, Tambo Grande, La Arena, La Unión, Morropón y Querecotillo, mediante el uso de imágenes satelitales.
- Determinar las zonas en expansión y comparar los resultados para los años 1985 y 2019.

## 1.2.- Área de estudio

El área de estudio corresponde a los centros poblados de Catacaos, Castilla, Chulucanas, Paíta, Parachique, Piura, Sechura, Sullana, Máncora, Talara, Las Lomas, Tambo Grande, La Arena, La Unión, Morropón y Querecotillo, ubicados en el departamento de Piura.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio.

### **1.2.1.- Antecedentes**

- **INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN PLUVIAL EN LOS CENTROS POBLADOS CHATITO-CANIZAL CHICO, DISTRITO DE LA ARENA, PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, CENEPRED (2018).**

La Arena es uno de los nueve distritos que conforman la provincia de Piura, se encuentra ubicada al Sur-oeste de la provincia de Piura Geográficamente se ubica entre los 5° 20" 34" de latitud sur y 80° 42" 30" de Longitud oeste, con una superficie territorial de 160.22 km<sup>2</sup>, está situado a una altitud de 29 msnm. La capital del distrito es el centro poblado de La Arena, se ubica en la parte occidental del valle a 2.5 km de la margen derecha del río Piura.

- **PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO 2016-2021 DEL DISTRITO DE LA ARENA.MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ARENA (2015).**

En el informe se describe la densidad poblacional, en donde señala que, en el último periodo intercensal, la densidad poblacional del distrito de La Arena paso de 179.4 habitantes por Km<sup>2</sup> en el año 1993 a 215.9 en el año 2007; desde los años 40 este indicador ha crecido 3,2 veces, convirtiendo a La Arena en un distrito con alta densidad poblacional. Para el año 2015, con una población estimada de 37,607 habitantes, proyecta una densidad poblacional de 234,7 habitantes por Km<sup>2</sup>; asimismo, en este periodo 2007-2015, el aumento anual de la población, en promedio, es de 378 personas, de manera que este aspecto advierte en el distrito una mayor demanda de servicios básicos de calidad para su población.

*Cuadro 01: Distrito de La Arena: Población, superficie y densidad poblacional, 1940-2015*

Censo	Población	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Densidad poblacional (Hab. por Km <sup>2</sup> )
1940	10,794	160.22	67.4
1961	13,371	160.22	83.5
1972	15,820	160.22	98.7
1981	20,659	160.22	128.9
1993	28,742	160.22	179.4
2007	34,584	160.22	215.9
2015*	37,607	160.22	234.7

*Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007; y Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015. \* Proyectada.*

**- IDOM, CAF, KFW (2019) Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura.**

El diagnóstico del contexto urbano tiene por finalidad el identificar y caracterizar las condiciones sociodemográficas y el equipamiento urbano que rigen los patrones de movilidad en la provincia de Piura. En términos de población, la provincia de Piura ha presentado un aumento considerable de su población urbana con respecto a la población rural en los últimos años. Este crecimiento está alrededor del 15 % de 2007 a 2017. De igual manera, los distritos han presentado crecimientos en su área urbana, llegando a crecimientos del 56%. Si bien el crecimiento del área urbana deriva del crecimiento poblacional, las áreas urbanas de los distritos de la provincia presentan una expansión descontrolada.



Figura 02: Crecimiento poblacional en la provincia de Piura

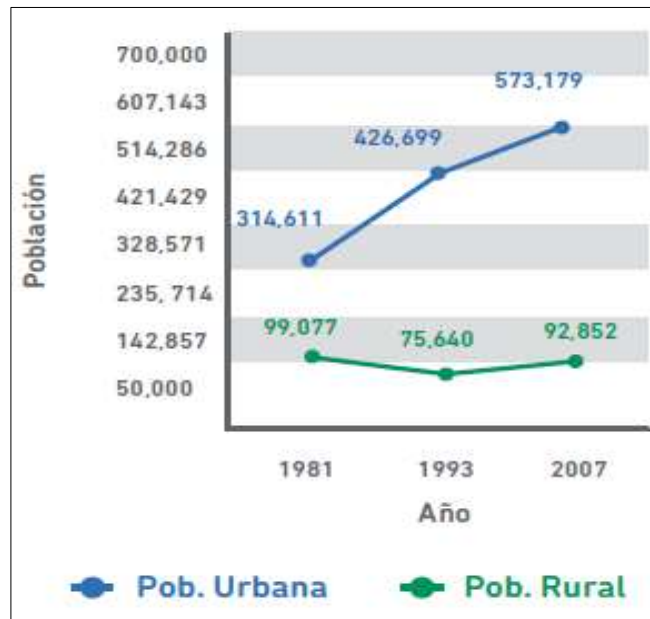
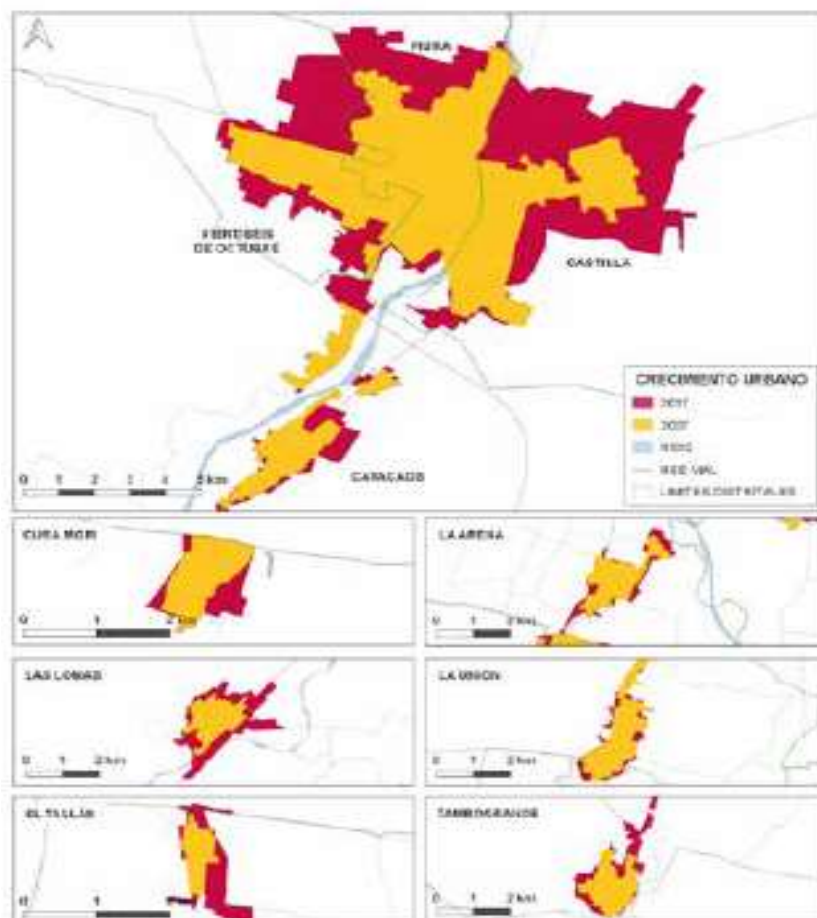


Figura 03: Crecimiento urbano en la provincia de Piura



## **2.- METODOLOGÍA Y DATOS**

- Recopilación de la información
- Obtención de imágenes satelitales
- Procesado de imágenes satelitales
- Interpretación de la información
- Comparación de datos obtenidos
- Elaboración de cartografía final
- Elaboración de informe final

Se revisó algunos artículos relacionados con el tema de estudio, las imágenes satelitales fueron obtenidas del servidor USGS, para ello se descargó imágenes Landsat de 1985 y 2019.

Para el procesado de la información se utilizó la clasificación no supervisada y la combinación de bandas. Para 1985 que corresponde a Landsat 5 se tomó las combinaciones de las bandas 7, 5 y 3, para 2019 que corresponde a Landsat 8, se tomó la combinación de las bandas 7,6 y 4. Se procesó la información con los softwares Envi y ArcGIS.

## 3.- RESULTADOS

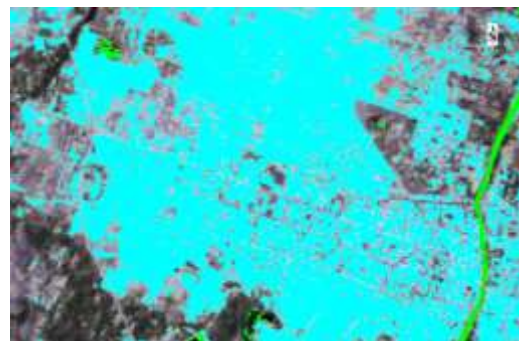
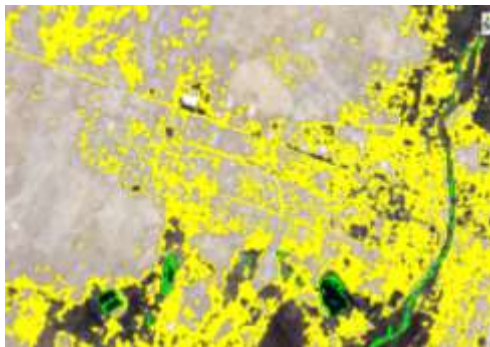
A continuación, se presenta los resultados por cada ciudad:

### 3.1 Centros poblados PPR- 2018

#### 3.1.1 Piura

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. Con esta combinación se pudo apreciar el casco urbano. En la clasificación no supervisada para este mismo año se apreció con más nitidez las características urbanas de la ciudad, en este caso se aprecia que el caso urbano tiene un aproximado de 11.73 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 33.00 km<sup>2</sup>.

Figura 04: Clasificación Piura 1985 - 2019



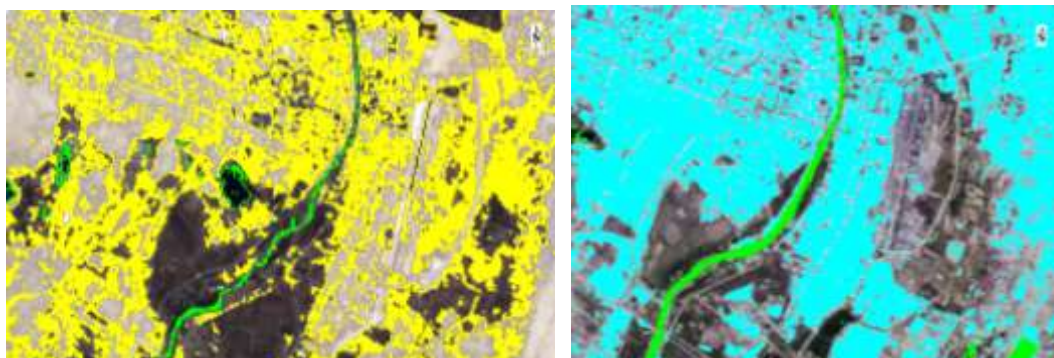
Clasificación no supervisada Piura 1985

Clasificación no supervisada Piura 2019

### 3.1.2 Castilla

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. Con esta combinación se pudo apreciar el casco urbano. En la clasificación no supervisada para este mismo año se apreció con más nitidez las características urbanas de la ciudad, en este caso se aprecia que el caso urbano tiene un aproximado de 5.26 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 19.56 km<sup>2</sup>.

*Figura 05: Clasificación Castilla 1985 - 2019*



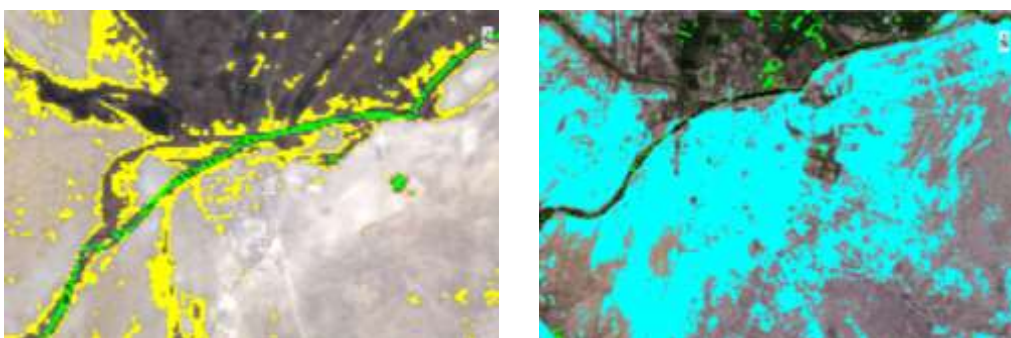
Clasificación no supervisada 1985

Clasificación no supervisada 2019

### 3.1.3 Sechura

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 1.46 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el casco urbano tiene un aproximado de 7.90 km<sup>2</sup>.

*Figura 06: Clasificación Sechura 1985 - 2019*



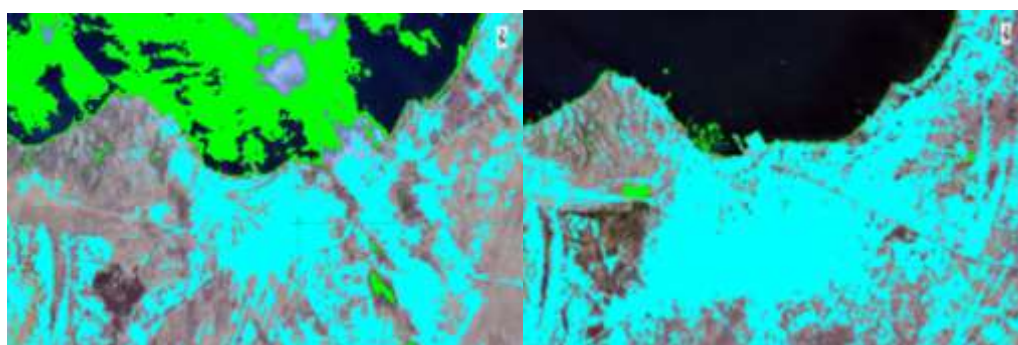
Clasificación no supervisada 1985

Clasificación no supervisada 2019

### **3.1.4 Paita**

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. Con esta combinación se pudo apreciar el casco urbano. En la clasificación no supervisada para este mismo año se apreció con más nitidez las características urbanas de la ciudad, en este caso se aprecia que el caso urbano tiene un aproximado de 1.24 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 12.55 km<sup>2</sup>.

*Figura 07: Clasificación Paita 1985 - 2019*



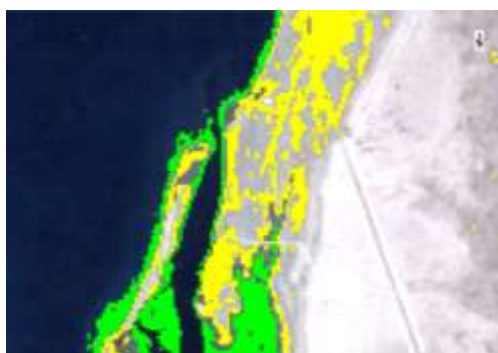
Clasificación no supervisada 1985

Clasificación no supervisada 2019

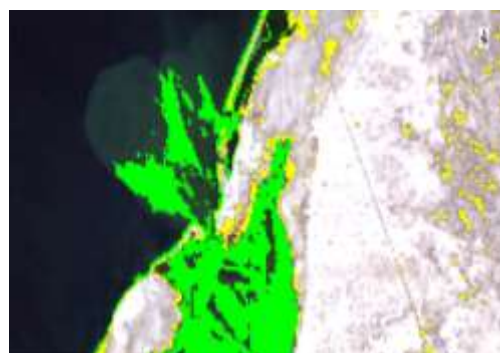
### 3.1.5 Parachique

Para el análisis de la información en la imagen de 1985, la ciudad de Parachique aún no estaba establecida, por no se halló alguna información referente a la zona urbana. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 2.23 km<sup>2</sup>.

*Figura 08: Clasificación Parachique 1985 - 2019*



Clasificación no supervisada 1985

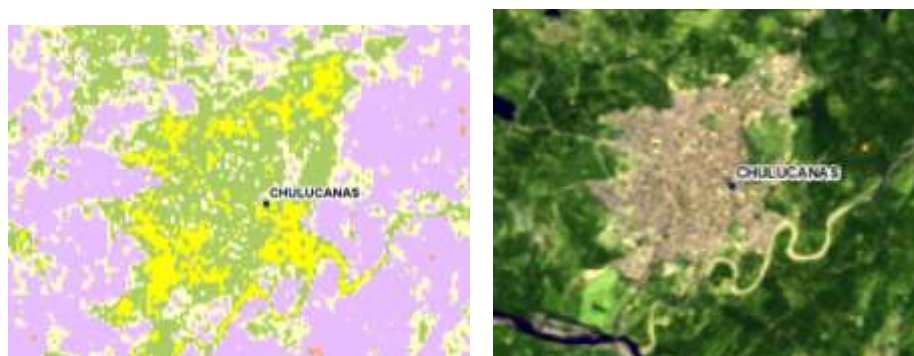


Clasificación no supervisada 2019

### 3.1.6 Chulucanas

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 2.19 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 4.50 km<sup>2</sup>.

Figura 09: Clasificación Chulucanas 1985 - 2019

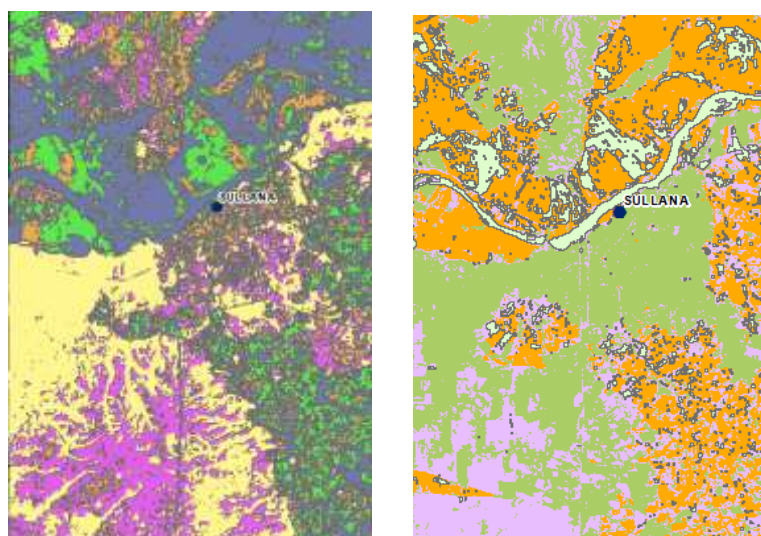


Clasificación no supervisada 1985    Combinación de bandas imagen 2019

### 3.1.7 Sullana

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 7.90 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 22.65 km<sup>2</sup>.

Figura 08: Clasificación Parachique 1985 - 2019



Clasificación nos supervisada1985    Clasificación no supervisada 2019

## 3.2 Centros poblados PPR- 2019

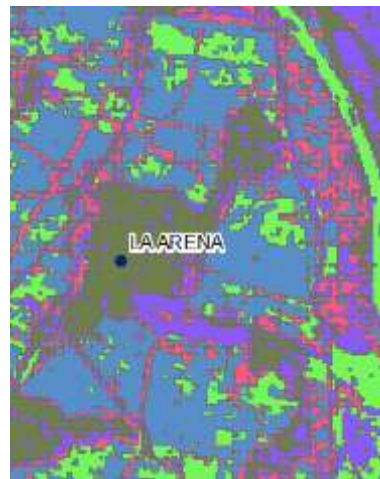
### 3.2.1 La Arena – La Unión

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 1.70 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 2.17 km<sup>2</sup>. En el caso de la Unión 1.66 km<sup>2</sup> para el año 1998 y 3.35 km<sup>2</sup> para el año 2019.

*Figura 09: Clasificación La Arena 1985 - 2019*



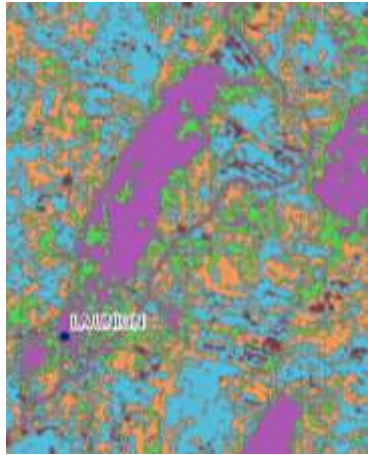
Clasificación no supervisada 1985



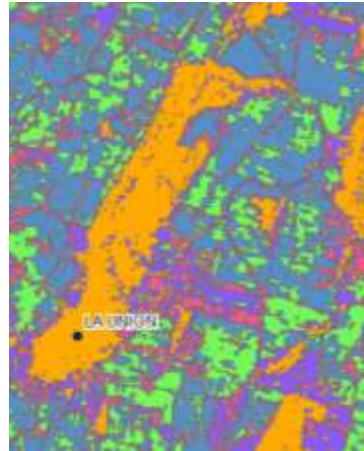
Clasificación no supervisada 2019



Figura 10: Clasificación La Unión 1985 - 2019



Clasificación no supervisada 1985



Clasificación no supervisada 2019

Se hizo una clasificación sobre 8, 775 Ha, en donde para el año de 1985 el caso urbano se encuentra menos preciso con respecto al año 2019, en donde se puede observar el casco urbano con mayor nitidez.

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación para la clase 1 varía de 4% a 19 %, la clase 2 de 36 % a 33 %, la clase 3 de 29 a 16 %, la clase 4 tiene una variación mínima de 16 a 17%, finalmente la clase 5 de 13.19 a 13.64%.

Cuadro 02: Clasificación año 1985

Class_Nam	Class_Id	Length	Area_ha_	Porcentaje
Class 1	1	14340	438.39	4.9959
Class 2	2	180	3184.74	36.2933
Class 3	3	2760	2566.17	29.2441
Class 4	4	240	1427.85	16.2718
Class 5	5	480	1157.85	13.1949

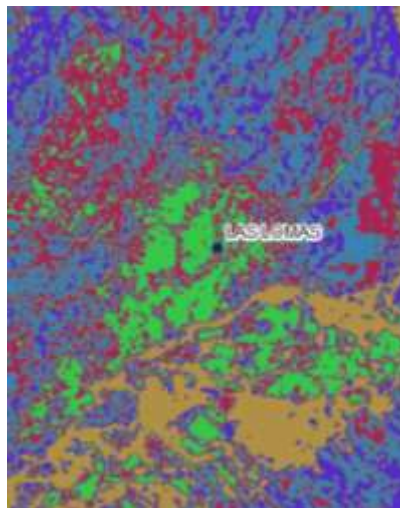
Cuadro 03: Clasificación año 2019

Class_Name	Class_Id	Parts	Length	Area	area_ha_	porcentaje
Class 1	1	1	720	17100	1690.56	19.265641
Class 2	2	1	180	1800	2910.51	33.168205
Class 3	3	4	3060	57600	1483.2	16.902564
Class 4	4	1	1320	19800	1493.64	17.021538
Class 5	5	2	1260	25200	1197.09	13.642051

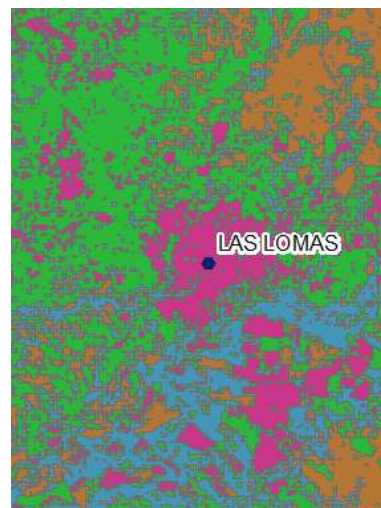
### 3.2.2 Las Lomas

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 1.056 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 3.50 km<sup>2</sup>.

*Figura 11: Clasificación La Lomas 1985 - 2019*



Clasificación no supervisada 1985



Clasificación no supervisada 2019

Se hizo una clasificación sobre 6, 703 hectáreas, en donde para el año de 1985 el caso urbano se encuentra menos preciso con respecto al año 2019, en donde se puede observar el casco urbano con mayor nitidez.

*Cuadro 04: Clasificación año 1985*

Class_Name	Length	Area_ha_	porcent	Class_Id
Class 1	120	884.97	13.1845	1
Class 2	1200	1619.01	24.1204	2
Class 3	960	1853.55	27.6146	3
Class 4	540	1546.38	23.0383	4
Class 5	360	808.29	12.0421	5

*Cuadro 05: Clasificación año 2019*

Class_Name	Class_Id	Length	Area_ha_	porcentaje
Class 1	1	360	1.26	0.02
Class 2	2	177000	1214.39	18.12
Class 3	3	33840	1481.93	22.11
Class 4	4	3819900	3053.45	45.55
Class 5	5	73440	951.98	14.2

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación para la clase 1 varía de 13% a 1 %, la clase 2 de 24 % a 18 %, la clase 3 de 28 % a 22 %, la clase 4 de 23 a 45%, finalmente la clase 5 de 12 a 14%.

### **3.2.3 Tambo Grande**

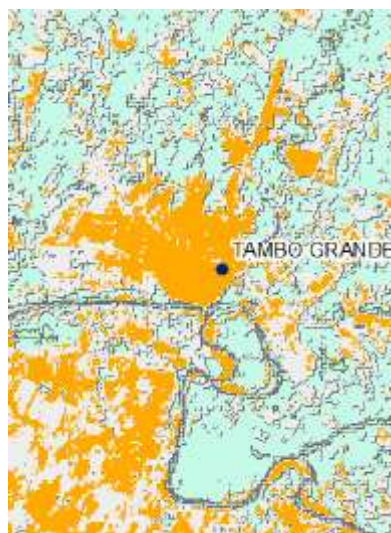
Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 0.77 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no

supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 2.75 km<sup>2</sup>.

Figura 12: Clasificación Tambo Grande 1985 - 2019



Clasificación no supervisada 1985



Clasificación no supervisada 2019

Se hizo una clasificación sobre 6925.38 hectáreas para el año 1985 y el año 2019, se puede percibir el límite del casco urbano con exactitud, el crecimiento de la población se extiende de sur a noroeste.

Cuadro 06: Clasificación año 1985

Class_Name	Class_Id	Parts	Area_ha_	porcent	Length
Class 1	1	1	1144.98	16.525082	180
Class 2	2	4	1666.98	24.05892	3420
Class 3	3	1	1496.52	21.598732	600
Class 4	4	1	1501.83	21.67537	420
Class 5	5	1	1118.43	16.141896	180

Cuadro 07: Clasificación año 2019

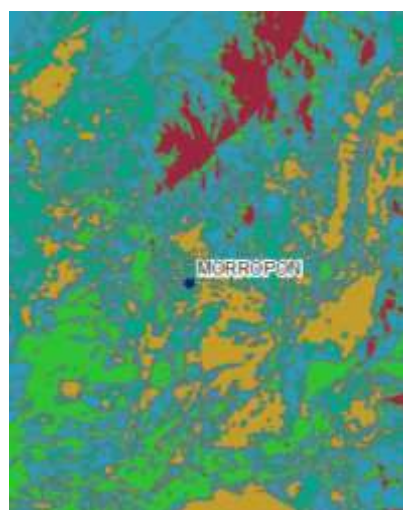
Class_Name	Class_Id	Parts	area_ha_	porcentaje	Length
Class 1	1	1	57.58	0.83	420
Class 2	2	1	213.2	3.08	360
Class 3	3	12842	3068.88	44.31	7854420
Class 4	4	37	2074.1	29.95	22500
Class 5	5	1	1511.62	21.83	1200

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación para la clase 1 varía de 16% a 0.8%, la clase 2 de 24 % a 3 %, la clase 3 de 21 a 44 %, la clase 4 varía de 21 a 29%, finalmente la clase 5 de 16 a 21%.

### 3.2.4 Morropón

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 0.76 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 2.08 km<sup>2</sup>.

*Figura 13: Clasificación Morropón 1985 - 2019*



Clasificación no supervisada 1985



Clasificación no supervisada 2019

Se hizo realizó la clasificación sobre 6,852.84 hectáreas, en donde para el año de 1985 el caso urbano se encuentra menos preciso con respecto al año 2019, en donde se puede observar el casco urbano con mayor nitidez.

*Cuadro 08: Clasificación año 1985*

Class_Name	Class_Id	Area	Area_ha	Porcentaje	Length	Parts
Class 1	1	26412300	451.713	6.59	321360	266
Class 2	2	68942700	1595.51	23.28	872160	1236
Class 3	3	43533900	2359.05	34.42	931920	1252
Class 4	4	48600	1384.8	20.21	2040	1
Class 5	5	7200	1061.77	15.49	420	1

*Cuadro 09: Clasificación año 2019*

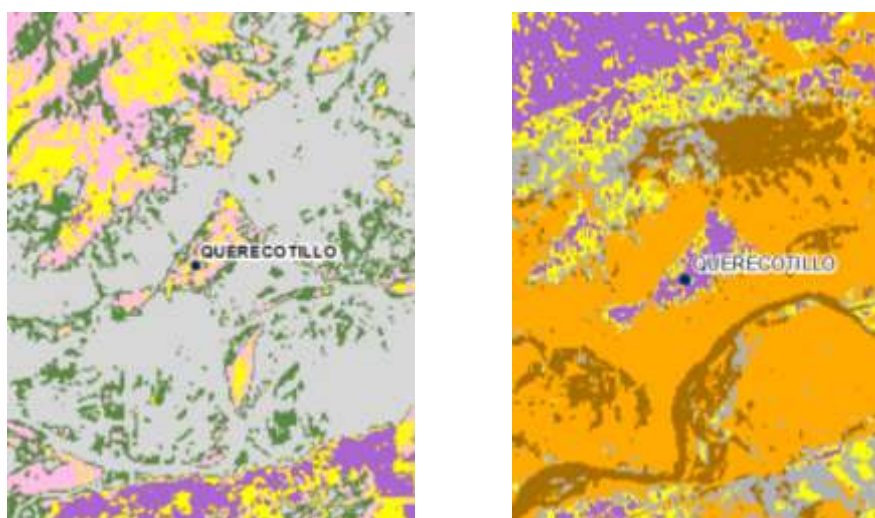
Class_Na	Class_Id	area_ha_	porcenta	Length	Parts
Class 1	1	379.75	5.54	236700	16
Class 2	2	1315.48	19.2	3937260	6591
Class 3	3	2929.64	42.75	4740	6
Class 4	4	1579.66	23.05	471000	694
Class 5	5	648.3	9.46	360	1

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación la clase 1 varía de 7% a 6 %, la clase 2 de 23 % a 19 %, la clase 3 de 34 a 42%, la clase 4 de 20 a 23%, finalmente la clase 5 de 15 a 9%.

### **3.2.5 Querecotillo**

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 0.94 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 1.02 km<sup>2</sup>.

Figura 14: Clasificación Querecotillo 1985 - 2019



Clasificación no supervisada 1985

Clasificación no supervisada 2019

Se hizo una clasificación en 4974.84 hectáreas, para el año 1985 y el año 2019, se puede percibir el límite del casco urbano con exactitud.

Cuadro 10: Clasificación año 1985

Class_Name	Class_Id	Parts	area_ha_	porcent	Length	Area
Class 1	1	1181	2132.38353	42.863358	1012140	77511600
Class 2	2	5	880.408929	17.697231	8880	288900
Class 3	3	2211	919.734189	18.487713	1158300	43727400
Class 4	4	886	708.694742	14.245578	526320	19255500
Class 5	5	1	333.618762	6.70612	780	16200

Cuadro 11: Clasificación año 2019

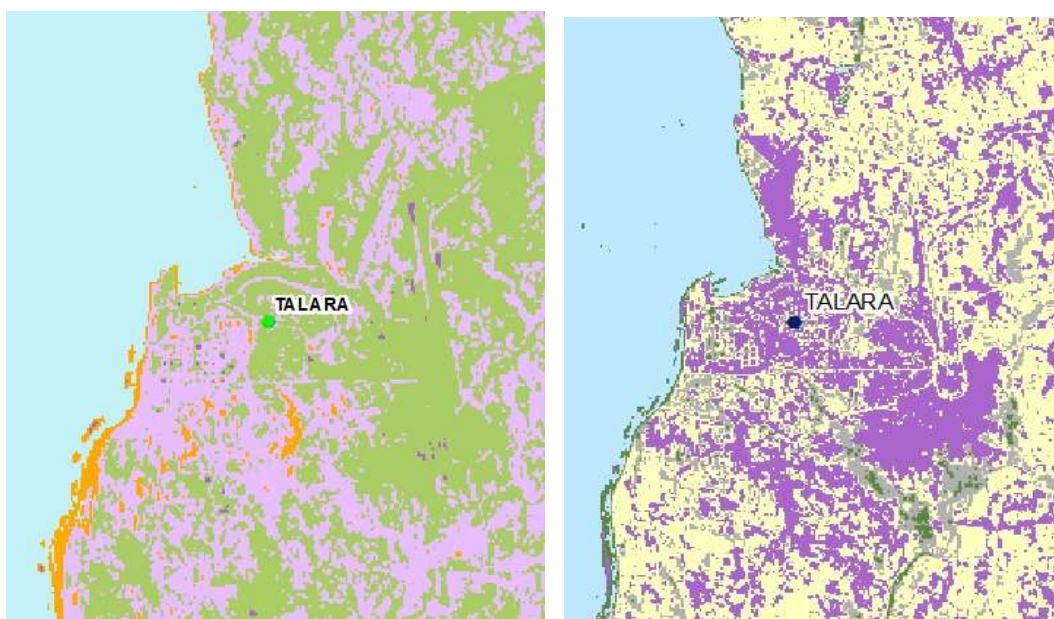
Class_Name	Class_Id	Parts	Length	area_ha_	porcentaje	Area
Class 1	1	1	120	698.79	14.05	900
Class 2	2	1	120	2221.17	44.65	900
Class 3	3	3	4860	714.85	14.37	135000
Class 4	4	906	493320	610.9	12.28	2392560
Class 5	5	109	82860	729.13	14.66	6224400

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación para la clase 1 varía de 42% a 14 %, la clase 2 de 17 % a 44 %, la clase 3 de 18 a 14 %, la clase 4 varía de 14 a 12%, finalmente la clase 5 de 6 a 14%.

### 3.2.6 Talara

Para el análisis de la información en la imagen de 1985 se aplicó la combinación de bandas 7, 5 y 3 en Landsat 5. En la clasificación no supervisada para este mismo año el área aproximada resultó en 4.21 km<sup>2</sup>. Para el análisis de la información en la imagen de 2019 se aplicó la combinación de bandas 7, 6 y 4 en Landsat 8. En la clasificación no supervisada para este mismo año resultó que el caso urbano tiene un aproximado de 6.38 km<sup>2</sup>.

*Figura 15: Clasificación Talara 1985 - 2019*



Clasificación no supervisada 1985

Clasificación no supervisada 2019

Se hizo una clasificación en 11256.64 hectáreas, para el año 2019, la ciudad se extiende hacia el sureste.



*Cuadro 12: Clasificación año 1985*

Class_Name	Class_Id	Parts	Area_ha_	Porcent	Length	Area
Class 1	1	257	3520.122381	31.271506	362880	212329800
Class 2	2	19	272.198437	2.418113	30540	970200
Class 3	3	468	3234.06418	28.730268	372840	16310700
Class 4	4	2836	4214.689859	37.441795	1668240	130688100
Class 5	5	1	15.57	0.138318	180	1800

*Cuadro 13: Clasificación año 2019*

Class_Name	Class_Id	Parts	Length	area_ha_	porcentaje	Area
Class 1	1	30	48420	3483.18	31.01	34558200
Class 2	2	2	3360	201.6	1.8	61200
Class 3	3	1	240	816.03	7.27	2700
Class 4	4	1	120	4133.79	36.81	900
Class 5	5	1	420	2596.05	23.12	3600

Según la comparación de los porcentajes de la clasificación para la clase 1 varía de 31.27% a 31.01 %, la clase 2 de 2.41 % a 1.8 %, la clase 3 de 28.7% a 7.27 %, la clase 4 varía de 37.44% a 36.81%, finalmente la clase 5 de 0.14 a 23.12%.

## 4. DISCUSIÓN

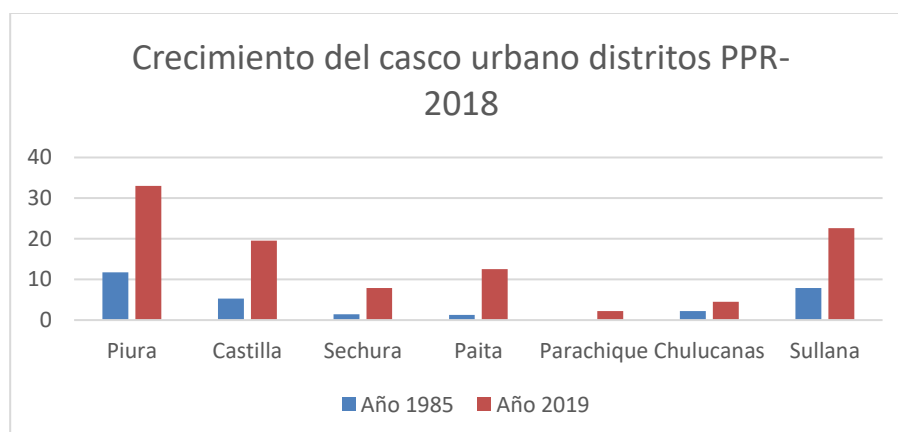
Para desarrollar el estudio se utilizó imágenes Landsat de los años 1985 (Landsat 5) y 2019 (Landsat 8), la resolución de las imágenes es de 30 m por cada pixel. Se trabajó con el software Envi para realizar la clasificación no supervisada y luego se trabajó la imagen ráster obtenida en el software ArcGIS, además se realizó la combinación de bandas para los dos años, para Landsat 1985 se combinaron las bandas 7, 5 y 3, para Landsat 8 se combinaron las bandas 7, 6 y 4.

La clasificación dio como resultado en la mayoría de las ciudades una delimitación del casco urbano, que permitió identificar el área para la comparación de áreas para los dos años elegidos. El crecimiento urbano para algunas ciudades fue mínimo (Querecotillo y La Arena). Cuadro 15. Figura 17. Mientras que para otras se pudo apreciar un cambio sustancial (ciudades de Piura, Castilla, Paita y Sullana) en el crecimiento del casco urbano. Cuadro 14. Figura 16.

*Cuadro 14: Área en km<sup>2</sup> casco urbano ciudades PPR-2018*

Distrito	Casco urbano (km <sup>2</sup> )	
	Año 1985	Año 2019
Piura	11.73	33.00
Castilla	5.26	19.56
Sechura	1.46	7.90
Paita	1.24	12.55
Parachique	-	2.23
Chulucanas	2.19	4.50
Sullana	7.90	22.65

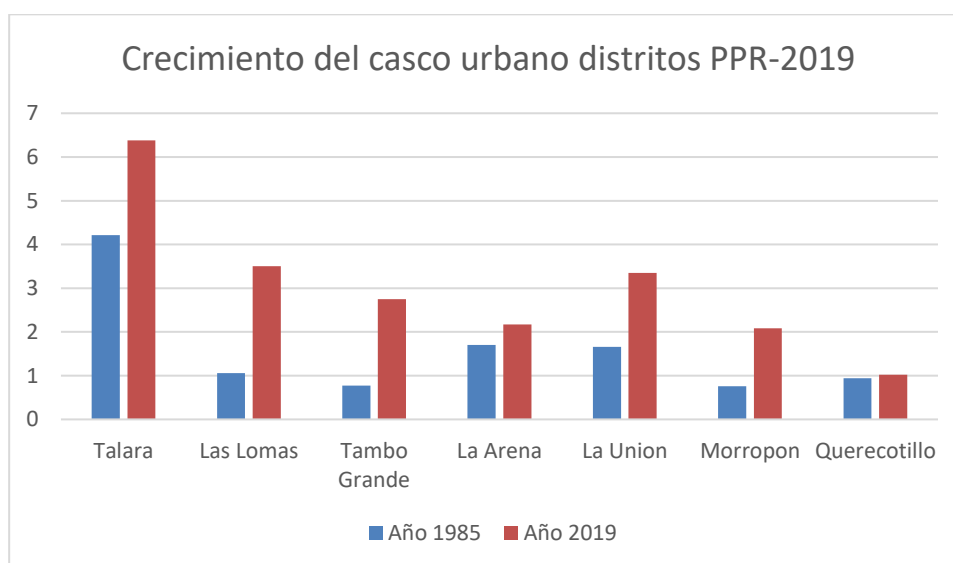
Figura 16: Crecimiento urbano distritos PPR- 2018



Cuadro 15: Área en km2 casco urbano ciudades PPR-2019

Distrito	Casco urbano (km2)	
	Año 1985	Año 2019
Talara	4.21	6.38
Las Lomas	1.056	3.50
Tambo Grande	0.77	2.75
La Arena	1.70	2.17
La Unión	1.66	3.35
Morropón	0.76	2.08
Querecotillo	0.94	1.02

Figura 17: Crecimiento urbano distritos PPR- 2019



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las ciudades que pertenecen al PPR- 2019 (Talara, Las Lomas, Tambo Grande, La Arena, La Unión, Morropón Y Querecotillo), han tenido un crecimiento en un porcentaje menos en comparación a las ciudades del PPR- 2018 (Piura, Castilla, Sechura, Paita, Sullana, Chulucanas).
- Las ciudades con más crecimiento en su área urbana son: Piura de 11.73 a 33.00 km<sup>2</sup>, Castilla de 5.26 a 19.56 km<sup>2</sup>, Sullana 7.90 a 22.65 km<sup>2</sup>.
- Las ciudades con menor crecimiento en su área urbana (PPR- 2018) son: Sechura de 1.46 a 7,90 km<sup>2</sup>, Chulucanas de 2.19 a 4.50 km<sup>2</sup>.
- Las ciudades con mayor crecimiento en su área urbana (PPR- 2019) son: Talara de 4.21 a 6.38, Las Lomas de 1.06 a 3.50 km<sup>2</sup>, Morropón de 0.76 a 2.08 km<sup>2</sup>. La Unión de 1.66 a 3.35 km<sup>2</sup> y Tambo Grande de 0.77 a 2.75 km<sup>2</sup>.
- Las ciudades con menor crecimiento en su área urbana (PPR- 2019) son: La Arena, de 1.70 a 2.70, Querecotillo de 0.94 a 1.02 km<sup>2</sup>

## REFERENCIA

**CENEPRED (2018)** Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en los centros poblados Chatito - Canizal Chico, distrito de La Arena, provincia de Piura, departamento de Piura.

**García, M. Pérez, M. (2014).** Análisis multitemporal del urbanismo expansivo en el corredor del Henares. Aportación de las imágenes de satélite.

**IDOM, CAF, KFW (2019).** Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura.

**Luis Ángel Ruiz Fernández, Amelia del Rey Pérez, Javier Estornell Cremades, Rafael Ruiz Marín (2007).** La teledetección como herramienta de análisis del crecimiento urbano y su representación en 3d.

**Municipalidad distrital de La Arena (2015).** Plan de desarrollo concertado 2016 - 2021 del distrito de La Arena.

**Rodríguez, O., Arredondo, H. (2005)** Manual para el manejo de imágenes satelitales.

**Salinas, L., Rodríguez, R., Valdez, J., Acevedo, O., Beltrán, R., (2016).** Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat.