Aportes en Relevamiento Inicial de la Campiña
en el marco del programa "Patrimonio Vivo"
en la ciudad de Arequipa, Perú.

Entregado por: M.Sc. Juan Rodrigo Arrieta Buscaglia, Arequipa, Perú

1. Introducción.

Para impulsar el aprovechamiento del patrimonio y su aporte en el desarrollo de la región, el BID propone el Programa "Patrimonio Vivo", con apoyo del gobierno español, orientado a fortalecer las capacidades de gobiernos locales para impulsar la conservación y puesta en valor del patrimonio urbano, reconociendo su potencial como catalizador para el progreso económico, ambiental y social, y como medio para fortalecer la identidad cultural y el desarrollo urbano equitativo en la región.

Durante las etapas de pre-diagnóstico en la ciudad de Arequipa, se identificó la línea temática de investigación de "Paisaje Patrimonial y Sustentabilidad", dando como resultado el reconocimiento de la simbiosis excepcional entre naturaleza "antropizada" y asentamiento que en su conjunto corresponde a la Campiña Arequipeña.

El rio Chili y el valle, han sido componentes fundamentales en la evolución de la ciudad de Arequipa, siendo no solo la fuente de vida para los ciudadanos, de la flora y fauna local, sino también de su imaginario y memoria colectiva, sus vivencias y emociones. Y solo por ellos, Arequipa, constituye un verdadero "oasis agrícola" en la cabecera del desierto más árido del mundo: el Atacama. Este territorio fue posible "acondicionarse como valle" por la presencia del río Chili y el desarrollo de andenerías a partir del año 700 dc. hasta el año 1500 dc. haciéndolo productivo y habitable.

La andenería y terrenos de cultivo ancestrales representan una importante riqueza arqueológica de la ciudad de Arequipa (Cecilia Quequezana et al, 2015). Estos cuentan con un alto valor histórico, en cada piedra de los andenes están las huellas implícitas de aquellos hombres que lograron toda esta infraestructura agraria, con su dedicación, observación e inteligencia. Un trabajo descomunal de cientos de años, en la habilitación y transformación del desierto en la cuenca del Chili (Cecilia Quequezana et al, 2015).

A su vez, los andenes arqueológicos conocidos como paisaje cultural cumplen la función del aprovechamiento de suelos en terrenos en declive para la producción agrícola, retienen la humedad en los suelos, controlan la erosión, retienen la fertilidad de la tierra y sirven para acondicionamiento del microclima en una zona desértica.

El área de estudio es el conjunto de andenes en la cuenca urbana del Río Chili, se visualiza entre ambas márgenes a lo largo del cauce, desde la parte alta del distrito de Cayma hasta el distrito de Tiabaya, tendiendo un recorrido aproximado de 20 km

lineales,un área total de 2200 ha y un área agrícola aproximada de 1000 ha. siendo a su vez parte de la concebida infraestructura verde que comprende el valle del Rió Chili cuyo nacimiento toma lugar 40 kilómetros al Noreste del Centro Histórico, con la convergencia de ríos, alimentados por lagunas y deshielos propios de la cordillera Andina. Ver imagen 01.

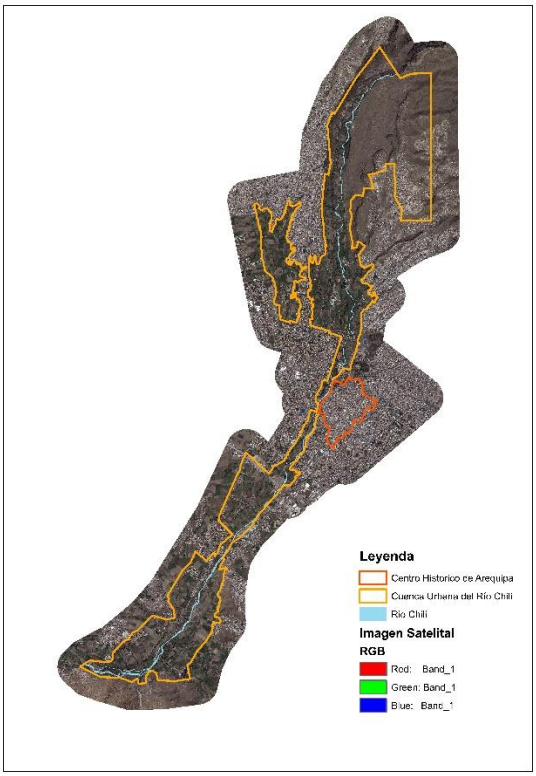
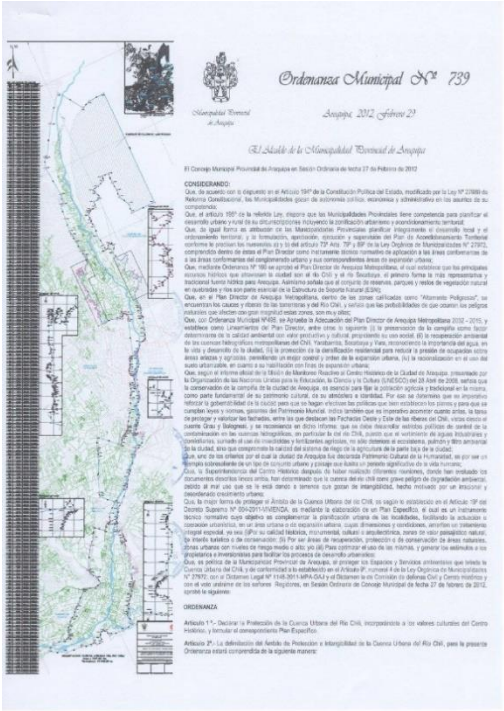


Imagen 01: Cuenca Urbana en el Río Chili.
Fuente: Elaboración propia.

En el año 2012 se emitió la ordenanza municipal 739 declara la protección de la cuenca urbana del Río Chili, incorporándola a los valores culturales del Centro Histórico, y la preservación de la campiña como factor determinante de la calidad ambiental con valor productivo y cultural, propiciando su uso social. Ver Imagen 02.



Municipalidad Provincial de Arequipa

Ordenanza Municipal Nº 739

Arequipa, 2012 Febrero 23

El Alcalde de la Municipalidad Provincial de Arequipa

El Concejo Municipal Provincial de Arequipa en Sesión Ordinaria de fecha 17 de Febrero de 2012

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 194º de la Constitución Política del Estado, modificado por la Ley Nº 27680 de Reforma Constitucional, las Municipalidades gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia.

Que, el artículo 197º de la referida Ley, dispone que las Municipalidades Provinciales tiene competencia para planificar el desarrollo urbano y rural de sus circunscripciones incluyendo la zonificación urbanismo y acondicionamiento territorial.

Que, de igual forma es atribución de las Municipalidades Provinciales planificar integralmente el desarrollo local y el ordenamiento territorial, y la formulación, aprobación, ejecución y supervisión del Plan de Acondicionamiento Territorial conforme lo precisan los numerales d) y h) del artículo 73º Arts. 79º y 80º de la Ley Orgánica de Municipalidades Nº 27972, comprendido dentro de estas el Plan Director como instrumento técnico normativo de aplicación a las áreas conformantes de a las áreas conformantes del conglomerado urbano y sus correspondientes áreas de expansión urbana;

Que, mediante Ordenanza Nº 190 se aprobó el Plan Director de Arequipa Metropolitana, el cual establece que los principales ecosistemas hídricos que atraviesan la ciudad son el Río Chili y el río Socabaya, el primero forma la más representativa y tradicional fuente hídrica para Arequipa. Asimismo señala que el conjunto de reservas, parques y redes de vegetación natural en quebradas y lías son parte esencial de la Estructura de Soporte Natural (ESN);

Que, en el Plan Director de Arequipa Metropolitana, dentro de las zonas calificadas como "Altamente Peligrosas", se encuentran los cauces y riberas de las torrentes y del Río Chili, y señala que las probabilidades de que ocurran los peligros naturales que afectan de gran magnitud estas zonas, son muy altas;

Que, con Ordenanza Municipal Nº 658, se Aprueba la Actualización del Plan Director de Arequipa Metropolitana 2032 - 2015, y establece como Lineamientos del Plan Director, entre otros lo siguiente (i) la preservación de la campiña como factor determinante de la calidad ambiental con valor productivo y cultural, propiciando su uso social, (ii) la recuperación ambiental de los cuencas hidrográficas metropolitanas del Chili, Yanahuara, Socabaya y Vaca, reconociendo la importancia del agua, en la vida y desarrollo de la ciudad, (iii) la protección de la densificación residencial para reducir la presión de ocupación sobre áreas eriazas y agrícolas, consolidando un eje urbano costero y orientar de la expansión urbana, (iv) la reconsideración en el uso del suelo urbanizable, en cuanto a su habilitación con fines de expansión urbana;

Que, según el informe oficial de la Oficina de Monitoreo Reactivo al Centro Histórico de la Ciudad de Arequipa, presentado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) del 28 Abril de 2008, señala que la conservación de la campiña de la ciudad de Arequipa, es esencial para fijar la población agrícola y tradicional en la misma, como parte fundamental de su patrimonio cultural, de su atributos e identidad. Por ello se determina que es imperativo reforzar la gobernabilidad de la ciudad para que se hagan efectivas las políticas que han establecido los planes y para que se cumplan leyes y normas, garantes del Patrimonio Mundial, indica también que es imperativo promover cuanto antes, la tarea de proteger y valorizar las fachadas, entre las que destacan las Fachadas Desde y Este de las riberas del Chili, vistas desde el puente Grau y Bolognesi, y se reconoce en dicho informe que es más necesario adoptar políticas de control de la contaminación en las cuencas hidrográficas, en particular la del río Chili, puesto que el vertimiento de aguas industriales y condiciones, sumado al uso de insecticidas y fertilizantes agrícolas, no sólo deteriora el ecosistema, pulmón y filtro ambiental de la ciudad, sino que compromete la calidad del sistema de riego de la agricultura de la parte baja de la ciudad;

Que, uno de los criterios por el cual la ciudad de Arequipa fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad, es por ser un ejemplo sobresaliente de un tipo de conjunto urbano y paisaje que ilustra un periodo significativo de la vida humana;

Que, la Superintendencia del Centro Histórico después de haber realizado diferentes monitoreos, donde han producido los documentos descritos líneas arriba, han determinado que la cuenca del río Chili corre grave peligro de degradación ambiental, debido al mal uso que se le está dando a terrenos que gozan de intangibilidad, hecho motivado por un irracional y desordenado crecimiento urbano;

Que, la mejor forma de proteger el Ámbito de la Cuenca Urbana del río Chili, es según lo establecido en el Artículo 19º del Decreto Supremo Nº 004-2011-VIVIENDA, es mediante la elaboración de un Plan Específico, el cual es un instrumento técnico normativo cuyo objetivo es complementar la planificación urbana de las localidades, facilitando la actuación o ejecución urbanística, en un área urbana o de expansión urbana, cuyas dimensiones y condiciones, ameritan un tratamiento integral especial, en sus (i)Por su calidad histórica, monumental, cultural o arquitectónica, zonas de valor paisajístico natural, de interés turístico o de conservación; (ii) Por ser áreas de recuperación, protección o de conservación de áreas naturales, zonas urbanas con niveles de riesgo medio o alto; y(iii) Para optimizar el uso de las tierras, y generar los estímulos a los propietarios e inversionistas para facilitar los procesos de desarrollo urbanístico;

Que, es política de la Municipalidad Provincial de Arequipa, el proteger los Espacios y Servicios ambientales que brinda la Cuenca Urbana del Chili, y de conformidad a lo establecido en el Artículo 9º, numeral 4 de la Ley Orgánica de Municipalidades Nº 27972, con el Dictamen Legal Nº 1148-2011-MPA-GAJ y el Dictamen de la Comisión de Defensa Civil y Centro Histórico y con el voto unánime de los señores Regidores, en Sesión Ordinaria de Concejo Municipal de fecha 27 de febrero de 2012, aprobó lo siguiente:

ORDENANZA

Artículo 1º.- Declarar la Protección de la Cuenca Urbana del Río Chili, incorporándola a los valores culturales del Centro Histórico, y formular el correspondiente Plan Específico.

Artículo 2º.- La delimitación del Ámbito de Protección e Intangibilidad de la Cuenca Urbana del Río Chili, para la presente Ordenanza estará comprendida de la siguiente manera:

Imagen 02: Ordenanza Municipal 739-2012.
Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2012.

Debido a la presión inmobiliaria o la erosión natural, se corre el riesgo que desaparezca el legado arqueológico que tomo cerca de mil años en ser formado, que inspiró a pintores, poetas y escritores, en esa interrelación del paisaje cultural con el hombre. Este fenómeno de perdida de área agrícola ha sido observado desde la fundación de la ciudad de Arequipa en 1450, donde los primeros asentamientos españoles se establecieron en las tierras agrícolas dedicadas al Inca (Guillermo Galdos, 2015). Realizando la superposición de la base de catastro rural representando los campos de cultivos y la cartografía del área agrícola y urbana de Arequipa en el año 1929, se observa que Arequipa perdió grandes terrenos de cultivos alrededor del casco histórico de la ciudad. Poco a poco, se fue perdiendo área de la campiña atentando a su valor histórico. Ver imagen 03.

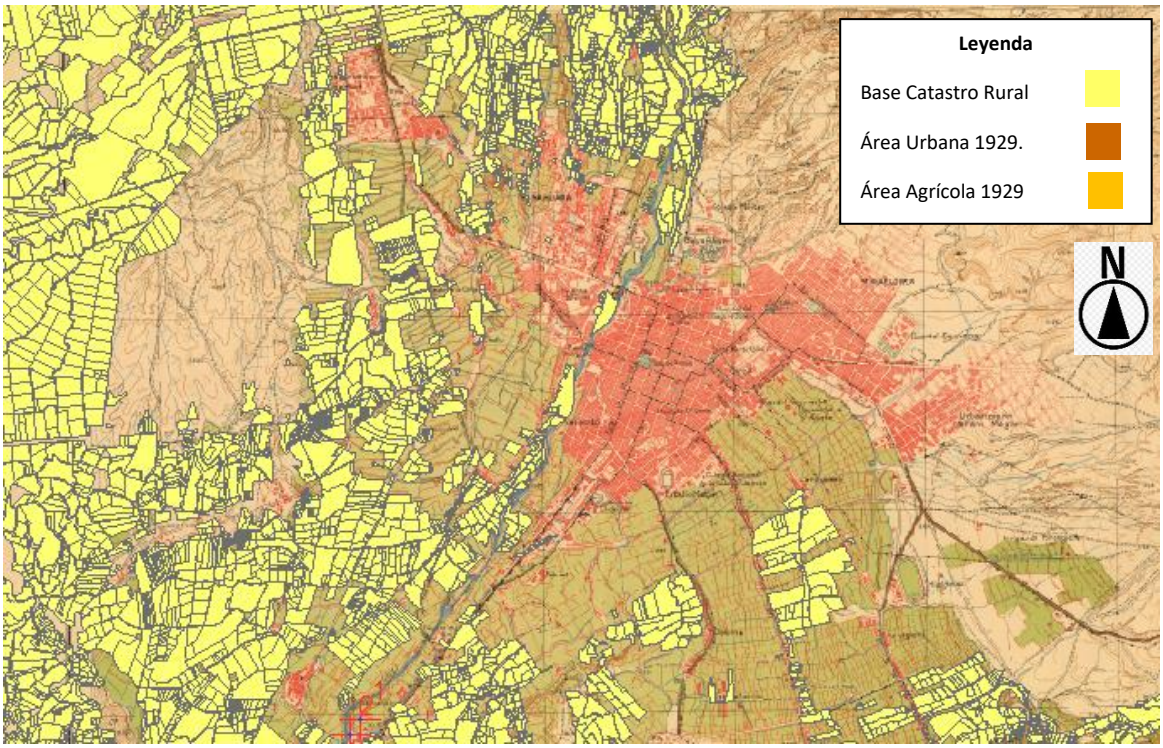


Imagen 03: Superposición de Base de Catastro Rural con Cartografía del Centro Histórico de Arequipa y alrededores 1929.
Fuente: Modificado de Gonzalo Gómez (2021), Biblioteca Nacional (1929).

Otra evidencia de este fenómeno de perdida constante de la campiña arequipeña se presenta en la superposición de la base de catastro rural con aerofotogrametrías de 1962. Las áreas más próximas al centro histórico presenta mayor depredación de áreas agrícolas que en el borde de la ciudad como se aprecia en las siguientes imágenes,

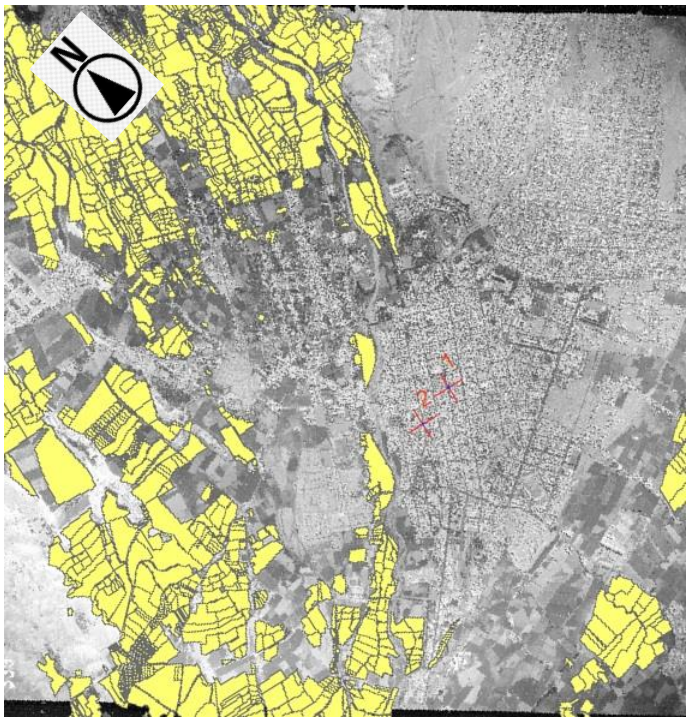


Imagen 04: Superposición de Base de Catastro Rural con Aerofotogrametría del Centro Histórico de Arequipa y alrededores 1962.
Fuente: Modificado de Gonzalo Gómez (2021), Ingemmet (1962).

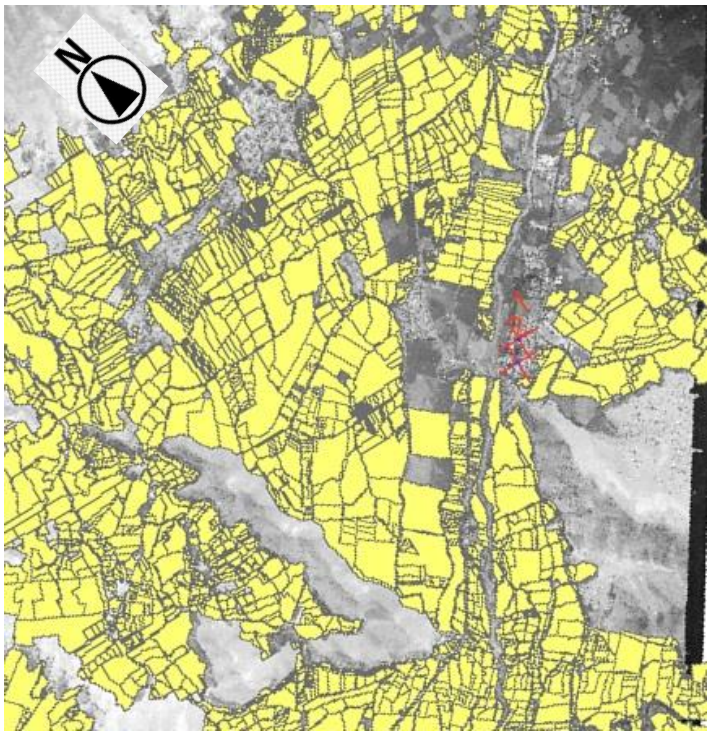


Imagen 05: Superposición de Base de Catastro Rural con Aerofotogrametría de Tingo (Borde de la ciudad) 1962.
Fuente: Modificado de Gonzalo Gómez (2021), Ingemmet (1962).

El proyecto de Relevamiento Inicial de la Campiña promovido por el BID en marzo del 2021, desarrolló dos metodologías con el fin de exponer la perdida de área agrícola en la cuenca urbana del río Chili en los últimos años a través de un estudio temporal de superposición del índice de NDVI de imágenes satelitales, y la visibilidad de los recursos paisajísticos de interés cultural, considerándolos como un aporte importante dentro de la actividad de relevamiento de la cuenca urbana. A continuación, se expondrá las siguientes dos metodologías.

2. Detección de Perdida de Área Agrícola a través de superposición del índice de NDVI de imágenes satelitales.

A través de un estudio temporal de superposición del índice de NDVI de imágenes satelitales de los últimos años, se logró determinar las áreas agrícolas abandonadas o con cambio de uso en la cuenca urbana del Río Chili durante los años 2017, 2018, 2019 y 2020.

Primero, se obtuvo imágenes satelitales de libre acceso del Servidor USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos en sus siglas en inglés). Se seleccionó imágenes satelitales provenientes del Satélite Sentinel 2. Se decidió procesar imágenes satelitales correspondiente a los meses de junio, setiembre y diciembre de los años 2017, 2018, 2019 y 2020, siendo estos años los disponibles para ser usados por el Satelite Sentinel 2, considerándolos como la mejor resolución de pixeles de acceso libre. No se consideró para el procesamiento los meses de enero a abril por ser los meses de estación de lluvia en la ciudad de Arequipa donde suele aumentar el volumen de vegetación. Por tanto, se tiene 12 muestras de imágenes satelitales de los 4 diferentes años seleccionados para ser procesadas según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés).

El **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada** según Pedro Nuñez (2013) es un indicador de biomasa fotosintéticamente activa o, en términos simples, un cálculo de la salud de la vegetación. Este índice permite visualizar en la escala 0.3 a 1 la vegetación que se encuentra en buenas condiciones, a más alto en esta escala, la vegetación está en mejores condiciones. En la escala 0 a 0.3 muestra suelos eriazos, arbustos o vegetación seca. Por último, en la escala -1 a 0 se muestra cuerpos de agua donde la reflectancia fotosintética es nula debido a que los cuerpos de agua no reflejan el espectro infrarrojo.

Tabla 01: Clasificación NDVI

Clases de NDVI	**Condición / Salud Agrícola**
$-1.0 < x < 0.0$	cuerpos de agua
$0.0 < x < 0.3$	suelos, pasto, arbusto, vegetación seca

0.3 < x < 1.0	vegetación en buen estado

Por tanto, haciendo un seguimiento temporal del NDVI de las áreas agrícolas en los años 2017, 2018, 2019 y 2020, durante los meses de junio, setiembre y diciembre, donde es viable la medición del indicador, se puede llegar a señalar el área agrícola que se encuentra en buen estado en ese periodo de tiempo. Ver imagen 06.

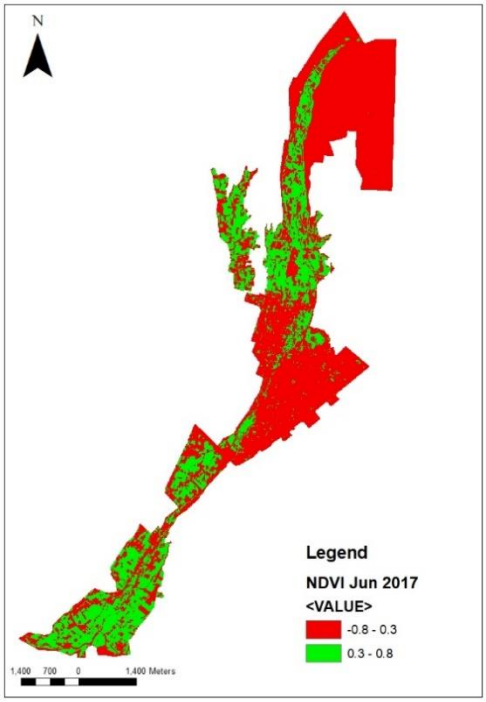


Imagen 06: Clasificación de NDVI 29 de Junio 2017.
Fuente: Elaboración Propia

A partir de este indicador, se crean polígonos que son superpuestos para identificar la vegetación en buen estado como las áreas agrícolas que fueron abandonadas o pasaron por un cambio de uso. Por ejemplo, Al interceptar estos 4 polígonos de los de área agrícolas inactivas da un polígono que representa a los predios rurales que, durante 4 años, en los meses de junio, setiembre y diciembre, no han tenido actividad fotosintética. Este polígono va a servir como año 0 en el estudio para ir definiendo año tras año el crecimiento de área agrícola sin uso debido a abandono o cambio de uso. Este polígono tiene de área **123.55 ha.** La base de catastro rural de Arequipa se inició en una misión del Banco Mundial para catastrar tierra agrícola en las ciudades más importantes del Perú en el año 1999, después se creó SERP para el manejo del catastro rural. Se traspaso sus actividades a COFOPRI en el 2002. En el año 1999 cuando se realizó el catastro rural, y con las continuas organizaciones, se obtuvo un área catastrada de **1043.13 ha.** de área agrícola**,** Para el año 2017, 18 años después, gracias al procesamiento de imágenes satelitales a

través del indicador NDVI, se sabe de **123.55 ha**. con unidad catastral han cambiado de uso o se encuentran inactivas. Ver imagen 07.

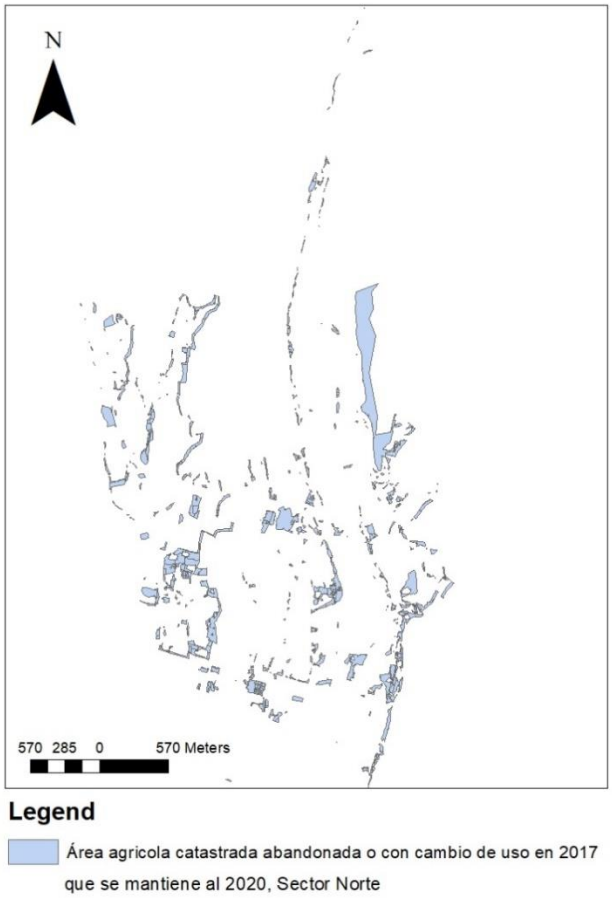


Imagen 07: Área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso en El 2017 que se mantiene al 2020, Sector Norte.
Fuente: Elaboración Propia.

Se identificaron las áreas que cambiaron de estar utilizadas en el 2017 a pasar a no utilizadas al 2018 y que perduraron hasta el 2020. El área de este polígono es de **9.77 ha**. Para el año 2019 se sigue la misma temática. El área de este polígono es de **27.63 ha** que dejaron de ser utilizadas o hubo un cambio de uso.

Finalmente, el polígono de los predios sin actividad fotosintética del año 2020, se substrae los 3 previos polígonos resultantes de los años 2017, 2018 y 2019, para identificar el área los predios rurales en desuso o con cambio de uso de suelo. El área de este polígono es de **42.62 ha**.

Gracias a este estudio, se puede identificar que, en los años 2018, 2019 y 2020 hubo **80.20 ha** predios agrícolas catastrados que dejaron de ser usados o tuvieron un cambio de uso en este periodo de tiempo. Es decir, que en 3 años cambio el uso de la tierra agrícola en 2/3 de lo que había cambiado en 18 años.

El área urbanizada entre los años 1999 a 2017 fue de **52.52 ha** y el área urbanizada 2018 a 2020 fue de **13.39 ha**. El área agrícola abandonada de 1999 al 2017 fue de **71.03 ha** y finalmente, el área agrícola abandonada del 2018 al 2020 es de **66.62 ha.** A continuación, se presenta Tabla del resumen de Áreas del procesamiento de NDVI sobre la Base de Catastro Rural.

Tabla 02: Resumen de áreas del procesamiento de NDVI sobre la Base de Catastro Rural.

Descripción	Área
Base de catastro rural 1999	**1043.13 ha**
Área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso desde 1999 al 2017 que se mantiene al 2020.	**123.55 ha**
Área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso en el 2018 que se mantiene al 2020.	**9.77 ha**
Área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso en el 2019 que se mantiene al 2020.	**27.63 ha**
Área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso en el 2020 que no ha sido señalada previamente.	**42.62 ha**
Total de área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso del 2018 al 2020	**80.20 ha**
Total de área agrícola catastrada abandonada o con cambio de uso entre los años 1999 al 2020.	**203.57 ha**
Área urbanizada entre los años 1999 a 2017.	**52.52 ha**
Área urbanizada 2018 a 2020.	**13.39 ha**
Área agrícola abandonada de 1999 al 2017.	**71.03 ha**
Área agrícola abandonada del 2018 al 2020.	**66.62 ha.**
Área remanente en uso del área agrícola catastrada.	**839.56 ha**

3. Estudio de Visibilidad del patrimonio natural en la Cuenca Urbana.

El siguiente apartado se basa en “Guía Metodología de Estudio del Paisaje” desarrollado por la Generalitat Valenciana, órgano encargado de velar la gobernabilidad de la comunidad autónoma de Valencia.

Para el estudio de visuales la guía metodológica se enfoca en cómo son percibidos los recursos paisajísticos de interés natural, de interés cultural o de interés visual. Este se da a través de un **“análisis visual”** que establece las relaciones de las visuales con el terreno. Para esto se basa principalmente en la **“estructura visual”** del territorio. Este se da principalmente por la **configuración morfológica** del terreno, donde las zonas cóncavas tienen mayor apreciación visual a diferencia de las zonas de pendiente. Al ser zonas cóncavas se aprecia un mejor cerramiento del espacio, como denomina la guía, dentro del territorio se percibe pequeñas habitaciones. Otro elemento importante es la definición de **puntos de observación** del territorio. Son aquellos miradores que son reconocidos por la población que permiten la apreciación del territorio. A estas definiciones se les une **los recorridos escénicos**. Estos son caminos rurales o pistas asfaltadas que permiten una apreciación del paisaje siguiendo un recorrido. Estos tres elementos son los llamados a definir para el análisis visual del territorio. Ver imagen 08.

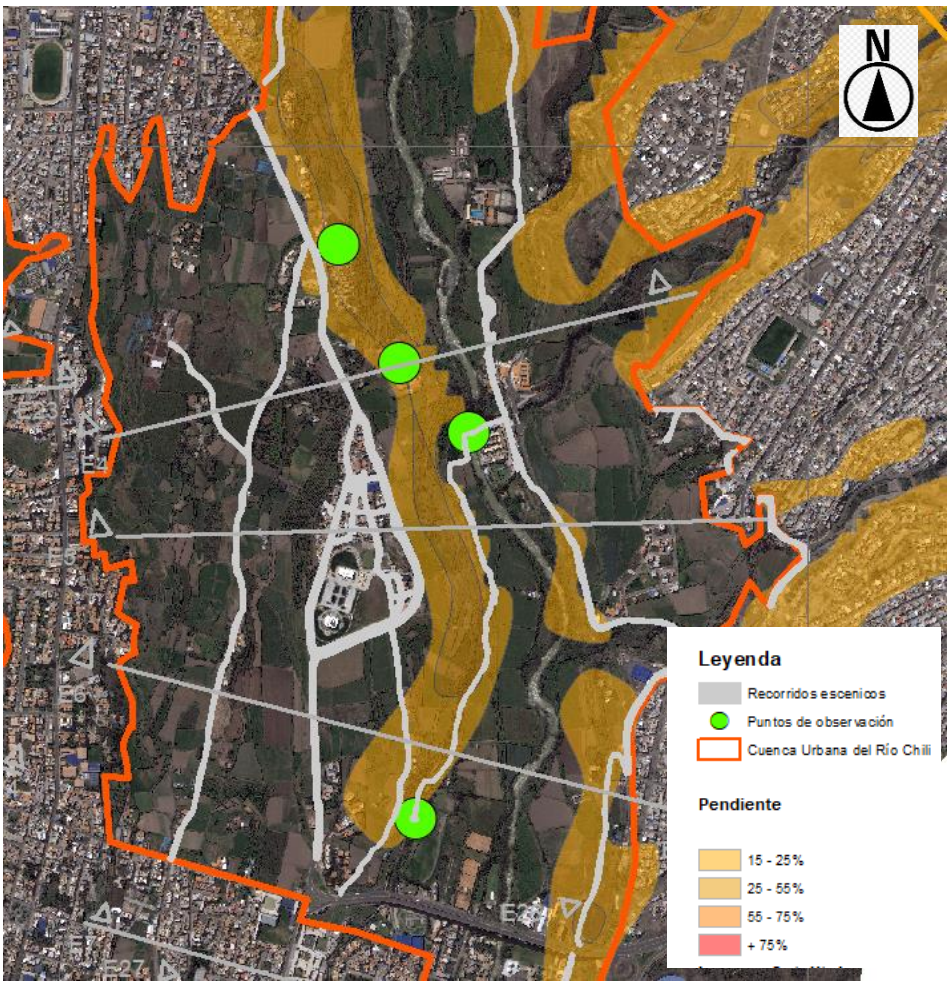


Imagen 08: Elementos de la estructura visual en la cuenca urbana del Río Chili en el sector norte.
Fuente: Elaboración propia.

Al ser altamente accidentado el territorio estudiado, se observa depresiones de 200 a 70 m de diferencia con pendientes del terreno de 75% a 15% en la cuenca urbana. Según la guía metodológica, estas características benefician la percepción del paisaje cultural porque tiene mayor cerramiento donde se puede percibir mucho mayores elementos en un espacio cóncavo. El sector norte se caracteriza por encontrarse en un cañón o desfiladero bastante profundo logrando visuales espectaculares en el sitio. El sector Lari Lari también cuenta con estas características en menor escala en la parte norte.

Imagen 09: Elevación en el Mirador de Carmen alto
Fuente: Google Earth 2021.

Por otro lado, los **recursos paisajísticos de interés natural, de interés cultural o de interés visual** son aquellos elementos o áreas con valor ecológico, cultural, histórico o visual apreciados por la sociedad local como hitos en la evolución histórica y cuya alteración, ocultación o modificación sustancial de las condiciones fuera valorada como una pérdida de los rasgos locales de identidad y patrimonio. Para esto, se considera las parcelas agrícolas en la cuenca urbana como recursos paisajistas de interés cultural al igual que los caminos rurales, debido a su amplio reconocimiento como patrimonio histórico de la humanidad.

Imagen 10: Parcelas agrícolas de interés cultural.
Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 11: Caminos rurales de interés cultural.
Fuente: Elaboración Propia.

Definido estas dos características del análisis visual se define la mayor exposición visual de los recursos paisajistas a través de la estructura visual que son los puntos de observación, recorridos escénicos y la configuración morfológica. En análisis visual se elabora a través de una cartografía de visibilidad del paisaje, identificando aquellas áreas que son percibidos desde los puntos de vista estudiados que sean significativas por su exposición visual.

Desde los recorridos escénicos se plantea un radio de 300 m y desde los puntos de observación se define un radio de 1500 m para la exposición de los recursos paisajistas a una corta y mediana distancia de observación. En el territorio de la cuenca urbana y la zona arqueológica Lari Lari se identificaron 13 puntos de observación que son identificados como miradores para la población local, como por ejemplo los 3 puentes históricos que cruzan el río, el mirador de Carmen Alto y el sitio ceremonial de Kasapatac. Los recorridos escénicos están contemplados aquellos recorridos rurales o urbanos desde donde se puede percibir la campiña arequipeña. La configuración morfológica de la cuenca urbana beneficia la apreciación de la cuenca en su trayecto. Debido a que la cuenca se encuentra encerrada dentro de dos márgenes configura dentro de ella diferentes zonas cóncavas.

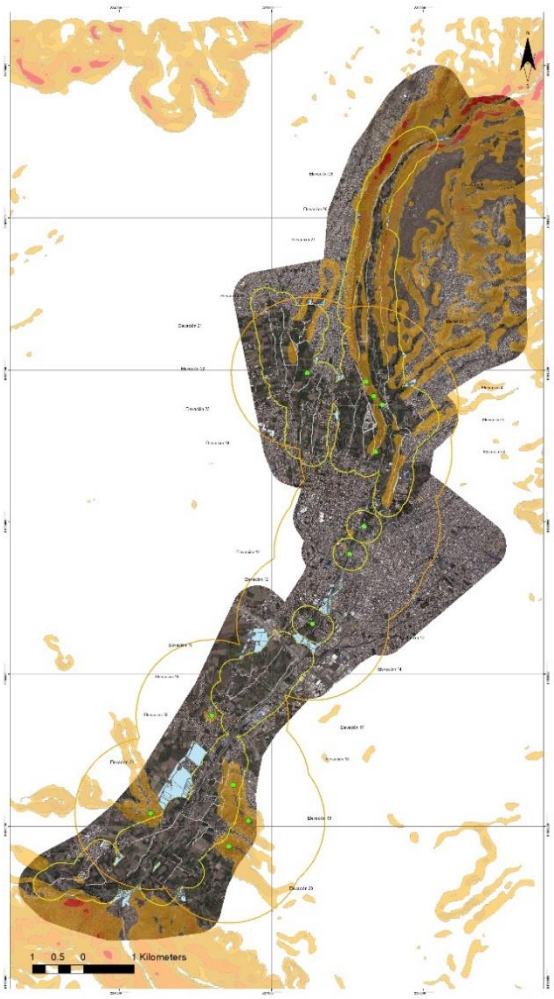


Imagen 12: Análisis visual de la cuenca urbana
.Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, existen áreas que son parte de la campiña arequipeña que no son percibidas desde los recorridos escénicos a una distancia de 300 m como por ejemplo el margen del río Chili en el Centro Histórico, este sector solo puede ser percibido desde puntos de observación que cuentan con un mayor alcance, sin embargo, no pueden ser percibidos de manera más cercana. También la Av. Fernandini y Ca. Marcarani cuenta con muros de 2m a 1.5 m en su extensión ocultando el recurso paisajista cultural de esa zona.

Imagen 13: Análisis visual de la cuenca urbana próximo al Centro Histórico.
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 14: Muros perimétricos en Av. Fernandini.
Fuente: Google maps 2021.

Imagen 15: Muros perimétricos en Ca. Marcarani.
Fuente: Google maps 2021.

4. Referencias.

Cecilia Quequezana et al, (2015) Arequipa, patrimonio cultural de la humanidad, Ministerio de Cultura.

Guillermo Galdos (2015) Arequipa, patrimonio cultural de la humanidad, Ministerio de Cultura.

Gonzalo Gómez (2021), Biblioteca Nacional 1929.

Gonzalo Gómez (2021), Ingemet 1962.

Google Earth (2021).

Google Maps (2021).

Municipalidad Provincial de Arequipa (2012) Ordenanza Municipal 739-2012.

Pedro Muñoz Aguayo (2013) Centro de Información de Recursos Naturales.

USGS (2021). Servicio Geológico de Estados Unidos.