

Urbanizar las laderas para proteger los valles: Lurín, Lima

Marco Palacios* **

RESUMEN

La expansión urbana desborda la capacidad de la gestión pública para ordenar la ciudad. A medida que pasa el tiempo, existirá la necesidad de buscar terrenos para urbanizar. Ello requiere un planeamiento urbano para no seguir destruyendo terrenos valiosos en recursos naturales como el agua y las tierras fértiles. En el caso de la zona costera del Perú, el valle agrícola presenta recursos naturales que se basan en la pendiente, en la calidad del suelo y en el recurso hídrico, que deben ser aprovechados de manera eficiente; sin embargo, se sigue urbanizando el valle, destruyendo su ecosistema. Surge entonces la pregunta: ¿Por qué no urbanizar en las laderas de zonas áridas próximas al valle y así proteger el valle agrícola? Esta alternativa exige el estudio de terrenos en pendiente para confirmar la factibilidad de urbanizarlos sin que ello represente un riesgo para la actividad residencial. Para ello, se analizan las siguientes condiciones físicas priorizadas: la pendiente, la calidad del suelo y los riesgos. En este análisis destaca la importancia del uso de información proveniente de diferentes disciplinas, que contribuyó a identificar las áreas con posibilidad de urbanización en ladera sin reducir el área de los valles agrícolas costeros.

PALABRAS CLAVE

Laderas urbanizables, protección de valles agrícolas costeros, expansión urbana sin riesgos.

* Estudiante de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

**El autor desea expresar su agradecimiento a la magíster Paola Moschella, por la capacitación en ArcGis y la elaboración del mapa base de pendientes.

Correo electrónico: mpalaciose@pucp.pe

Fecha de recepción: Febrero 2015 / Fecha de aprobación: Junio 2015

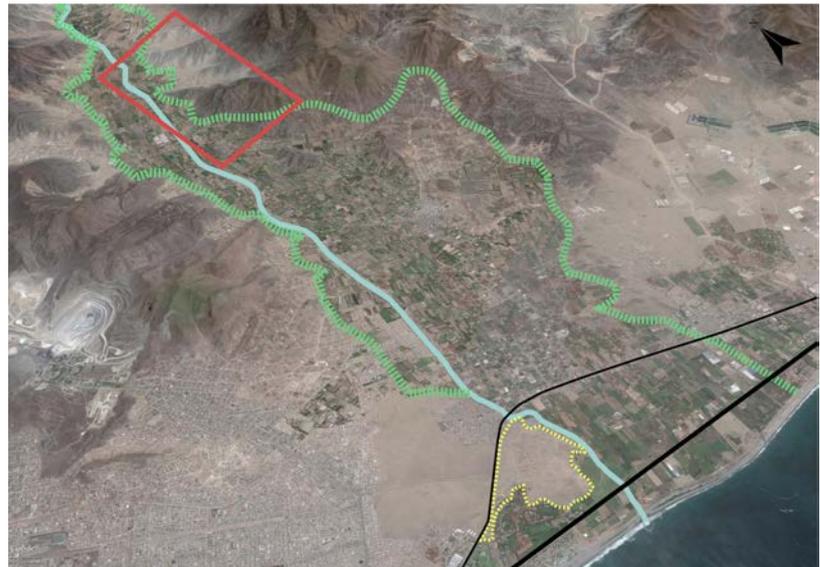


Figura 1. Valle de Lurín
Fuente: elaboración propia sobre la base de una imagen extraída de Google Earth.

Leyenda:
 Valle de Lurín (línea verde) Carretera Panamericana Sur (línea negra) Centro arqueológico Pachamac (línea amarilla)
 Río Lurín (línea azul) Carretera Antigua Panamericana Sur (línea roja) Terreno analizado (línea roja)

INTRODUCCIÓN

¿Por qué destruir bienes de los que uno se puede beneficiar? A pesar de que en la vertiente del Pacífico hay pocos valles y abunda el desierto, se ocupa el terreno más escaso: el valle agrícola. Este se urbaniza por ser un terreno de poca pendiente y recursos hídricos; estas dos condiciones facilitan la construcción de viviendas con fácil acceso de transporte y dotación de servicios básicos. La ocupación de estos terrenos se produce por iniciativa privada, formal e informal, la cual busca una alta rentabilidad en desmedro de la conservación de los recursos no renovables, como las tierras fértiles y el agua.

Existen terrenos en ladera no utilizados, eriazos y próximos al valle, con posibilidad de ser urbanizados y que representan una mejor opción para una expansión urbana sin reducción del valle agrícola costero. De ahí la importancia de identificar los terrenos en ladera con factibilidad de ser urbanizados para la actividad residencial.

El estudio de terrenos en ladera que pueden ser urbanizados se ha realizado a través de una aproximación metodológica de análisis espacial, utilizando el sistema de información geográfica GIS, con información secundaria geográfica y geológica. La identificación de áreas urbanizables sin riesgo se ha realizado a través de la superposición de planos temáticos georreferenciados: borde del valle, zonas de riesgos naturales y tipo de pendiente.

El caso de estudio es el valle agrícola de Lurín, ubicado al sur de Lima, que expe-

rimenta la amenaza permanente de la expansión urbana, a pesar de ser la última gran área verde en la ciudad. Esta zona cuenta con un gran potencial económico, productivo y turístico; no obstante, en los últimos años, en este valle se están ubicando industrias y proyectos inmobiliarios de vivienda, sin una visión integral del territorio (figura 1).

EL URBANISMO EN LADERA Y LA PROTECCIÓN DEL VALLE AGRÍCOLA

El objetivo de urbanizar en ladera para proteger el valle agrícola se sustenta en la visión integral del territorio, a partir de la cual la expansión urbana debería utilizar el territorio siempre que se protejan los recursos naturales bajo la condición de beneficio mutuo.

En este sentido, Serres (2010) se refiere al desarrollo sostenible como una visión integral. Destaca la importancia de la relación de los hombres con la Tierra, como un conjunto de intercambios en tiempo real, en los que la condición de uno depende de las acciones del otro, por lo que es relevante vincular los componentes urbanos para poder estudiar los problemas de manera holística. Un territorio está compuesto por una diversidad de componentes que conforman un sistema complejo, por lo que se requiere tener una visión integral para definir las zonas de expansión residencial, orientándolas hacia las laderas, a partir de un enfoque de sostenibilidad que trabaje holísticamente los aspectos económico, social y ecológico.

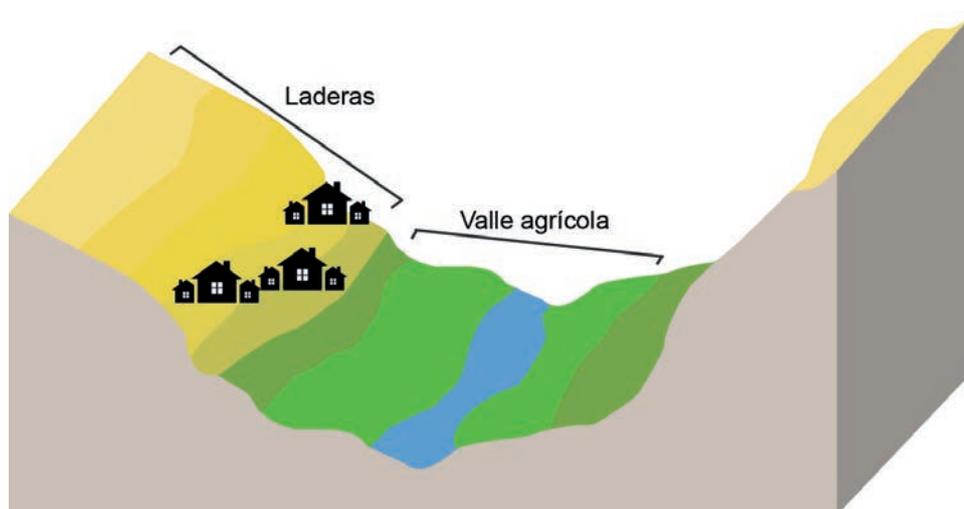


Figura 2. La cuenca hidrográfica y los componentes de laderas eriazas y valle agrícola costero
Elaboración propia, 2014.

Para tener una visión integral es importante entender la cuenca hidrográfica, pues el valle y la ladera pertenecen a este ecosistema mayor. Según la Autoridad Nacional del Agua (s. f.), la cuenca hidrográfica es “[...] la hoya hidrográfica, cuenca de drenaje o cuenca imbrífera al territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico”.

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2009) señala que es importante preservar las cuencas hidrográficas porque son fuente de agua dulce para la humanidad. Esta fuente de agua es la que corre por el valle agrícola y permite sus tierras fértiles.

En la figura 2, se puede observar que las laderas y el valle agrícola son próximos y pertenecen a la misma unidad territorial. Podría optarse por un urbanismo en ladera, para no perder las tierras fértiles del valle y aprovechar el recurso agua próximo.

La mejor forma de proteger el valle es generar posibilidades para la urbanización en ladera y un borde de protección del valle, como lo indican Dourojeanni y Jouraviev (1999). Los autores proponen dos tipos de medidas de control urbano: estructurales, las cuales implican obras de ingeniería; y no estructurales, que son las ideales; estas tienen que ver con la planificación urbana e involucran las regulaciones y prácticas que restringen el tipo, la localización y la intensidad del desarrollo urbano. Estas medidas se orientan a la protección frente

a los riesgos y una mejor ocupación de la cuenca.

En cuanto a los asentamientos informales, López y López (2004) estudian los surgidos en ladera y valoran el urbanismo sostenible como herramienta para poder mejorar las condiciones de los actuales así como de futuros proyectos.

Cuando las poblaciones se extienden sin criterios de sostenibilidad, los vínculos con estos sistemas se vuelven cada vez más precarios, los recursos empiezan a ser disminuidos y se vuelven insuficientes para la gran cantidad de residentes concentrados en su territorio; es aquí donde las relaciones entre el medio urbano y los procesos naturales del medio ambiente se ven notoriamente perturbados, hallando en la planificación urbana un instrumento para mejorar dicha relaciones. (López & López, 2004, p. 95)

Estos enfoques y conceptos son importantes para entender la relación existente entre la urbanización de laderas con prevención de riesgos y la protección de los valles; y, en consecuencia, la protección de las cuencas.

LA PROTECCIÓN DEL VALLE DE LURÍN A LO LARGO DE LOS AÑOS

El valle agrícola costero de Lurín, desde la ocupación prehispánica hasta inicios de la época republicana, ha sido fuente importan-

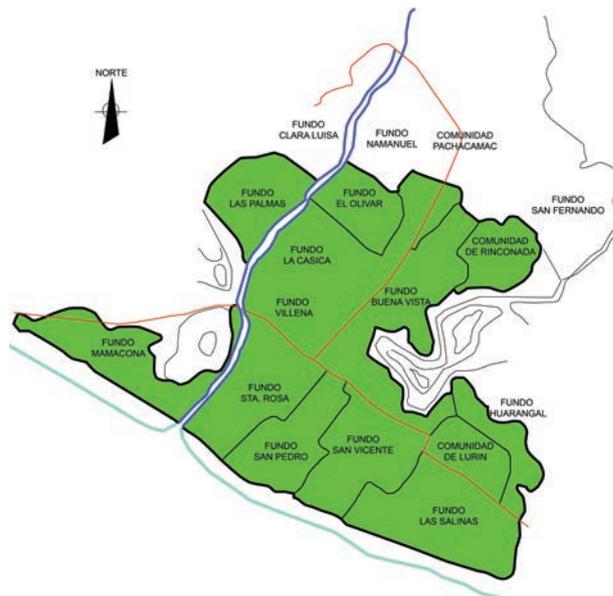


Figura 3: Fundos del valle de Lurín en 1940

Fuente: imagen extraída de la página web de la Municipalidad de Lurín. <http://www.munilurin.gob.pe/transparencia-municipal/memoria-gestion/memoriaanual2010.pdf>

te de recursos, agua y tierra fértil para la alimentación. Actualmente, este valor ha sido superado por la urbanización (residencial e industrial). Esta actividad genera la pérdida de tierras fértiles y la contaminación del agua.

Canziani (2009) menciona que los conos aluviales de los valles del Chillón, Rímac y Lurín se entrecruzan y generaban una gran área de terrenos aptos para la agricultura. Además, afirma que este conjunto de valles, antes de la expansión urbana actual, constituía una de las más importantes unidades agrícolas en la costa peruana. En lo que respecta a la ocupación prehispánica en los valles limeños, la cultura Lima emplazó centros estratégicos en las laderas para poder controlar tanto la parte media del valle como el litoral. Un ejemplo de esto es el complejo Puruchuco, que se asienta al pie de las laderas de los cerros del valle, ubicado por encima del horizonte del campo de cultivo. La construcción de canales de regadío es próxima a las edificaciones, favoreciendo el abastecimiento y el control del agua. Ello sugiere que las culturas prehispánicas tenían un manejo adecuado del territorio.

Durante la época virreinal, el valle de Lurín se consolidó como una de las despensas de Lima. La población se dedicó básicamente a la agricultura, a la producción de vinos y a la pesca en el mar. Se fundó un pueblo llamado San Pedro de Lurín, y en 1792 este contaba con una población de 1.050 habitantes, la mayoría indios y negros. Según Orrego (2005), en la etapa republicana el valle de Lurín se fraccionó en fundos que pertenecían a diferentes familias (figura 3).

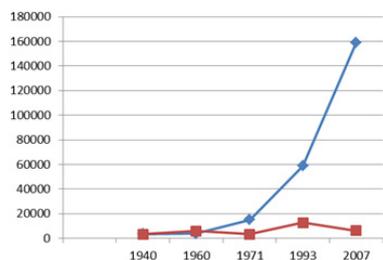
Actualmente, esta gran despensa y fuente de recursos agrícolas que es Lurín no es protegida, y ha experimentado una gran reducción debido a su ocupación con actividades urbanas. En la figura 4, se gráfica el crecimiento poblacional urbano, que se incrementó a partir de 1971.

El crecimiento de la población de los 10 distritos que conforman la cuenca del río Lurín a partir de 1971 es predominantemente urbano. Cabe mencionar que los distritos de la cuenca baja son los de mayor población urbana. Esto evidencia el cambio brusco de rural a urbano que experimenta Lurín, con una tendencia a la desaparición del valle agrícola.

¿CÓMO IDENTIFICAR TERRENOS URBANIZABLES EN PENDIENTE?

Las variables de un terreno urbanizable en ladera son: la pendiente, la calidad del suelo y los peligros geológicos. A partir de estas variables, se recopiló la información secundaria, consistente en planos georreferenciados, los cuales sirvieron de base para la elaboración de mapas temáticos de análisis. Se usó el sistema GIS (siglas en inglés de Sistema de Información Geográfica), que permite cruzar información de datos geográficos y planos base. Este sistema, que permite georreferenciar la información, es utilizado en distintas instituciones de la gestión pública urbana. Una de sus ventajas es que este permite su actualización constante, profundizar estudios con mayores variables, así como ampliar el área de estudio.

Figura 4. Población urbana y población rural a lo largo de los años en la cuenca de Lurín



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INEI (2014).

Criterios utilizados	Suelo apto para construir	Suelo no apto para construir
Granulometría	Gruesas	Finas
Peso unitario	Pesado	Liviano
Nivel freático	Sin agua o profunda	Superficial
Material orgánico	Sin material orgánico	Con material orgánico
Colapsable	Estable	Colapsable
Color del suelo	Gris	Rojo, amarillo, blanco
Forma de partículas	Angulosas	Redondeadas
Preconsolidación	Compacto y firme	Blando o suelto
Plasticidad	No plástico	Plástico
Expansión	No expansivo	Expansivo
Dispersión	No dispersivo	Dispersivo

Elaboración a partir de Camacho (2010).

Información	Análisis	Resultados
Mapa de pendientes	Definir las áreas cuya pendientes permite habitar y donde los servicios básicos son factibles.	Áreas habitables según pendientes
Mapa de riesgos	Definir las áreas que tengan posibilidad de sufrir peligros geológicos.	Zonas de peligros geológicos
Mapa de suelos	Delimitar las áreas cuyo suelo es bueno para la edificación.	Zonas de protección del valle agrícola
Mapas base: Curvas de nivel Mapa satelital Mapa de relieve Zonas arqueológicas		Áreas de uso especial (cima de cerro, quebradas)

Elaboración propia, 2014.

La información se organiza en tres temas principales: la pendiente, los riesgos y la calidad del suelo.

La pendiente para poder urbanizar en la ladera

Existe un porcentaje máximo de pendiente en el que se puede urbanizar, según López y López (2004, p. 112), para quienes los rangos son los siguientes:

- 3-12%: no tienen mayores problemas para ser urbanizadas.
- 12-25%: las laderas empiezan a presentar fenómenos de inestabilidad.
- 25-35%: terrenos urbanizables restringidos a baja densidad y considerando la ejecución de obras civiles de protección como muros, drenajes y reforestación.

Los dos primeros rangos no implican dificultades para la urbanización en ladera, mientras que el último indica la pendiente máxima de ocupación con baja den-

sidad de viviendas, considerando que serán necesarias instalaciones de servicios básicos alternativos y obras civiles de protección ante riesgos.

Los riesgos naturales más frecuentes en ladera

En el *Estudio geotécnico de futuras áreas de expansión urbana* (Dávila y Valenzuela, 1996) se detallan los riesgos más frecuentes, que se toman en cuenta para definir las áreas urbanizables. Estos son la erosión de las laderas y los desprendimientos de rocas, los derrumbes y los huaicos.

La erosión de las laderas es causada por las precipitaciones pluviales y por el uso indiscriminado del agua de riego y las prácticas agrícolas inadecuadas; estas dos últimas suceden en Lurín.

Por otra parte, los desprendimientos de rocas, los derrumbes y los huaicos son originados por movimientos geodinámi-

cos que se caracterizan por el desplazamiento de rocas y agua, lo que representa un riesgo para urbanizar. Es preferible no hacerlo en zonas donde se presenten estos fenómenos, y, de ser necesario, se deben tomar medidas para poder controlarlos mediante obras civiles.

La calidad del suelo

El estudio de viabilidad edificatoria según el tipo de suelo se realiza por sectores y analiza diversos aspectos para identificar un suelo apto o no apto para la construcción. En la tabla 1, se muestran los criterios que se deben tomar en cuenta.

La información espacial se ordena especificando el análisis y los resultados parciales de cada mapa temático (tabla 2). Al final, el cruce de estos mapas refleja un resultado que se sintetiza en un plano general.

Figura 5: Mapa de pendientes

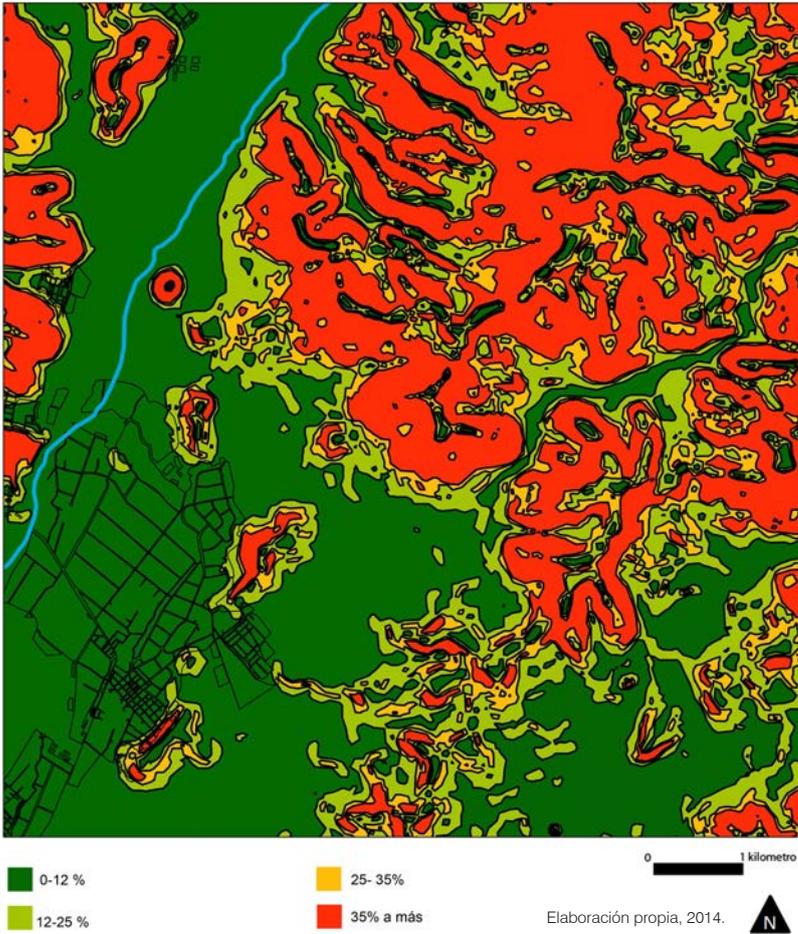
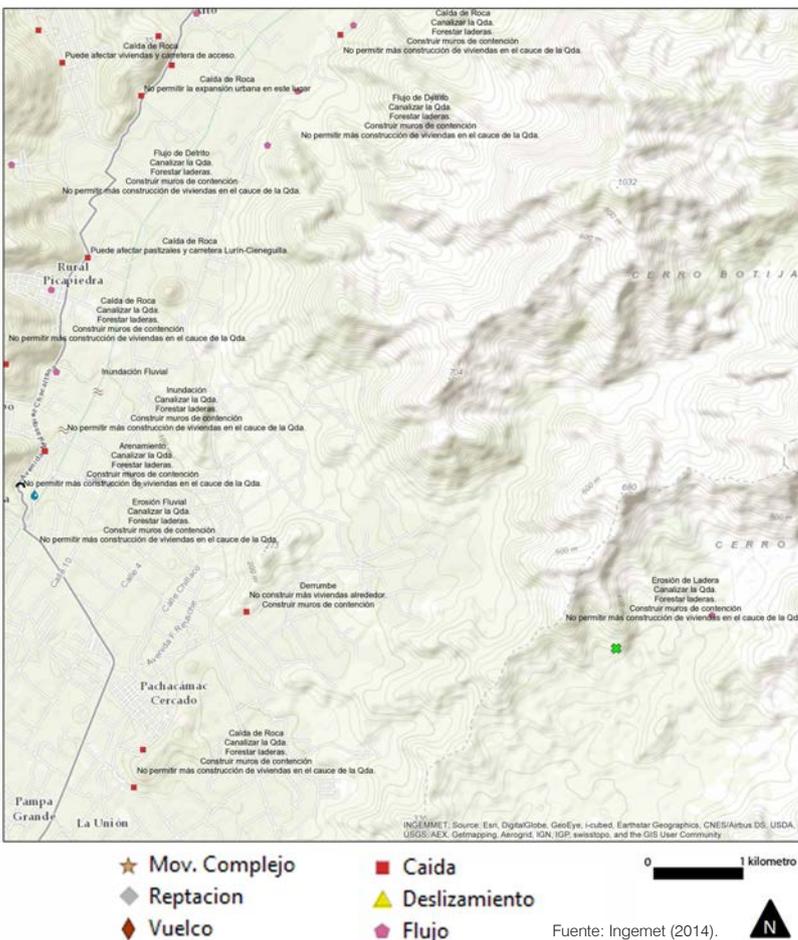


Figura 6: Mapa de peligros geológicos



En este estudio, se aplica la información señalada en la estructura del análisis espacial mostrada, la cual consta de un mapa satelital, un mapa de movimientos geodinámicos, un mapa de pendientes y un mapa de indicación de riesgos. Una limitación del estudio fue no haber podido conseguir la información del mapa de suelos y del mapa arqueológico¹.

ANÁLISIS ESPACIAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TERRENOS EN LADERA

El caso de estudio está contenido en el valle de Lurín y corresponde al área definida como de expansión urbana de Lima, según el plano de zonificación de la cuenca baja de Lurín (Municipalidad de Lima Metropolitana, 2006). El área para el análisis fue seleccionada por contener ladera no urbanizada, valle agrícola, río y cimas de cerros (figura 1).

Los mapas base

- Mapa base 1: Mapa de pendientes

Se muestran las áreas en pendiente que permiten el uso residencial y la instalación de servicios básicos. Los tres rangos identificados permiten la urbanización con diferentes grados de dificultad, como se indica a continuación. Los terrenos con pendientes de 0-12% son las más fáciles para urbanizar, pero corresponden a las áreas de valle agrícola por lo que no deberían ser ocupadas. Los rangos de 12-25% y de 25-35% son terrenos en ladera que pueden ser urbanizados, pero considerando medidas para los riesgos por inestabilidad de suelos según sea necesario, teniendo en cuenta que para el último rango se deben considerar medidas estructurales de protección para urbanizar. Asimismo, es importante considerar la forma orgánica del terreno que sigue la topografía de la ladera, lo que conlleva plantear una trama distinta a la tradicional ortogonal que se aplica en la zona del valle (figura 5).

¹ Cabe mencionar que aunque el mapa de tipo de suelos es importante para la investigación, en el Perú no está disponible la tecnología satelital para poder definir un mapa de este tipo; lo que se debe hacer es un estudio fotográfico y de campo en detalle de la zona, para saber qué tipos de suelo existen. Asimismo, aunque el mapa de zonas arqueológicas es relevante, la información disponible no es lo suficientemente precisa para utilizarla en este tipo de análisis; la importancia de esta información radica en la existencia de culturas prehispánicas asentadas en laderas, que es necesario proteger.

- Mapa base 2: Mapa de indicación de peligros geológicos

Contiene las áreas de mayor peligro, identificando los puntos más vulnerables por deslizamiento, caída, flujo, reptación y vuelco. Este mapa refleja que estos fenómenos se concentran en las quebradas de los cerros. Por lo tanto, constituye una zona de alto riesgo donde no debería urbanizarse (figura 6).

- Mapa base 3: Mapa de movimientos geodinámicos

Este mapa indica las zonas sensibles a movimientos geodinámicos, las cuales corresponden mayoritariamente a las crestas de los cerros, que presentan una pendiente superior a 35% (figura 7).

- Mapa base 4: Mapa satelital

Este mapa es la base para el sistema GIS y permite ubicar correctamente otros mapas base, así como delimitar el valle (figura 8).

Los mapas temáticos

A partir de la superposición de los mapas base, se elaboran los mapas temáticos. Esta superposición permitió seleccionar la información necesaria para identificar las zonas por urbanizar en ladera y las zonas no urbanizables. Estas últimas están compuestas por: (a) zonas no habitables, por ser susceptibles a riesgo y a movimientos geodinámicos, y por tener pendiente mayor de 35%; (b) el valle de Lurín, que corresponde a la zona agrícola que debe ser protegida; y (c) las zonas de uso especial (quebradas y zonas de baja pendiente en la cima de los cerros), que si bien no son urbanizables para uso residencial, podrían tener un distinto uso urbano, considerando importantes obras civiles para mitigar los riesgos.

Entonces, ¿dónde se puede habitar en ladera? La zona habitable en ladera es la que presenta las siguientes características: se encuentra fuera de la zona de riesgos, no es susceptible a movimientos geodinámicos y la pendiente del terreno no excede de 35%. Cabe mencionar que el rango de pendiente de 25 a 35% requiere de obras civiles de protección ante riesgos y se recomienda una baja densidad edificatoria.

FIGURA 7: MAPA DE MOVIMIENTOS GEODINÁMICOS

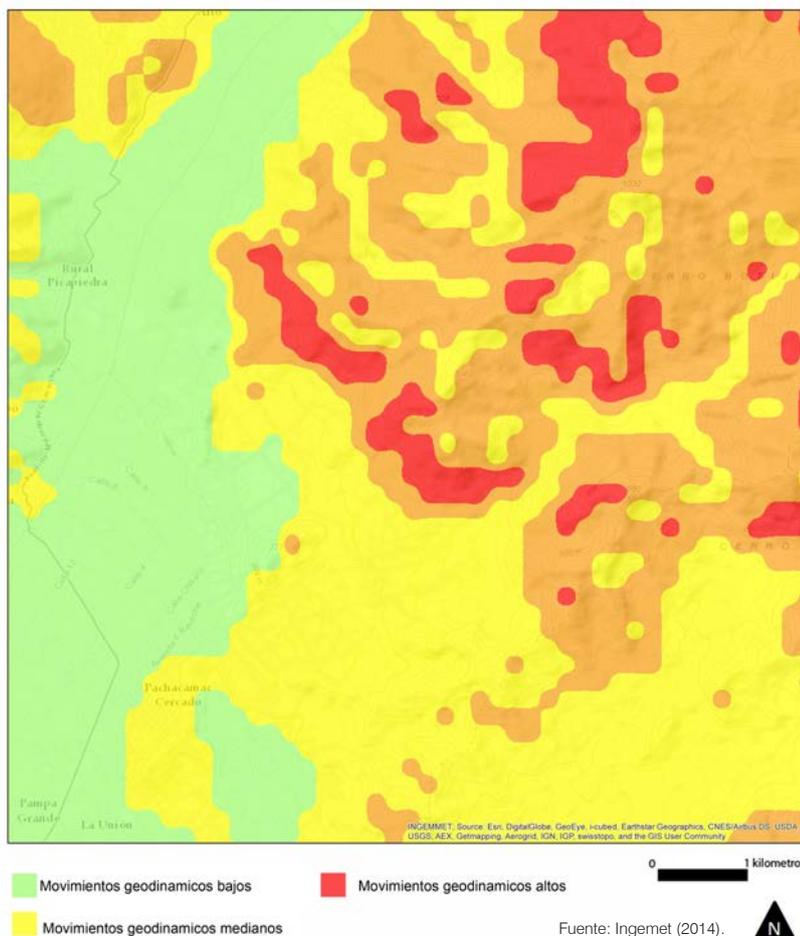


Figura 8: Mapa satelital

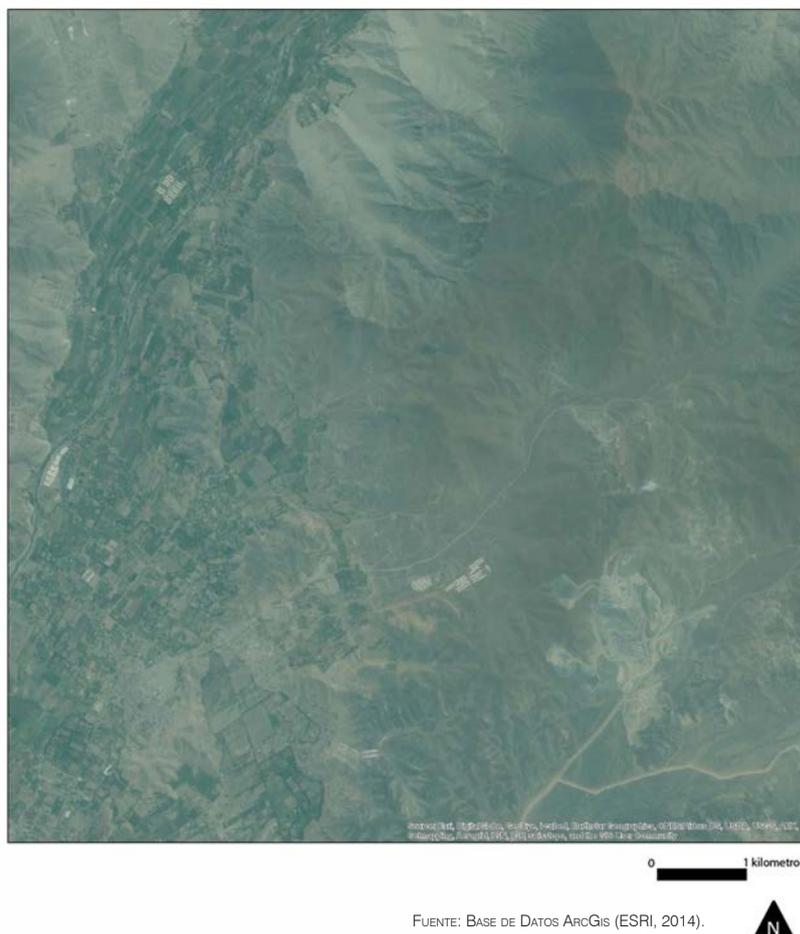


Figura 9: Mapa de riesgos de huaico

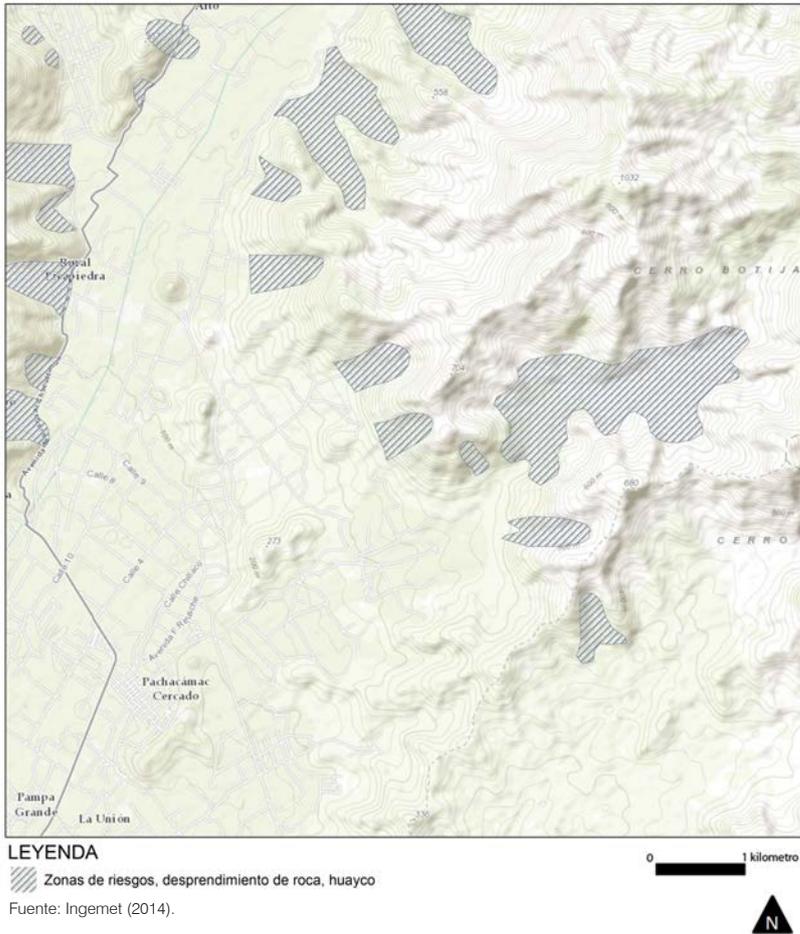
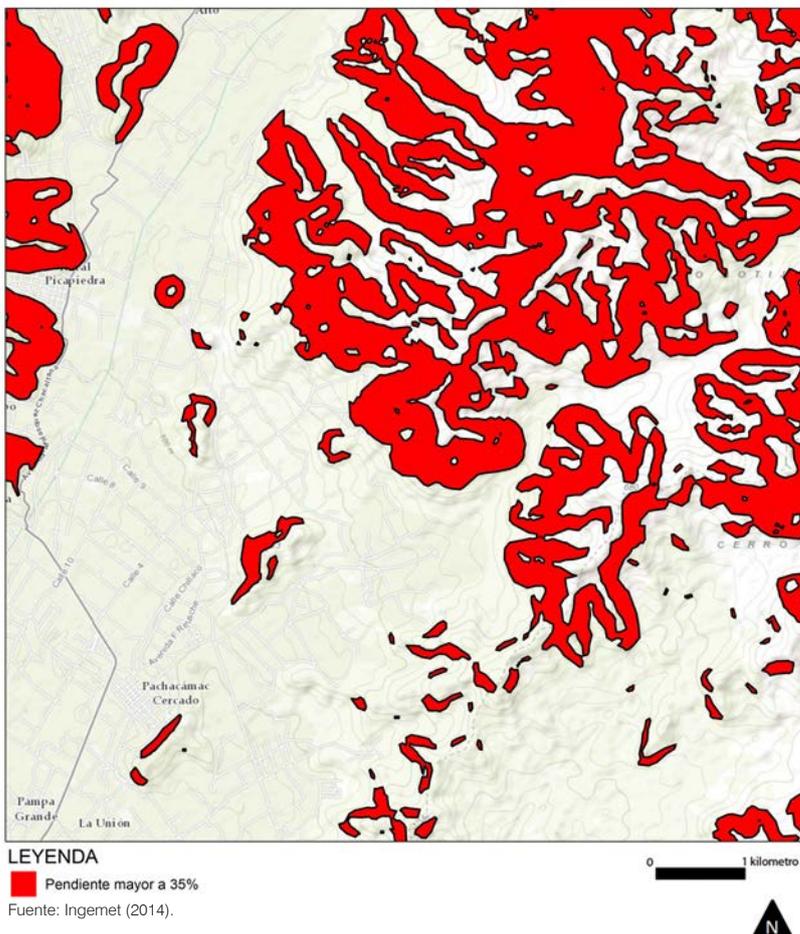


Figura 10: Mapa de pendientes



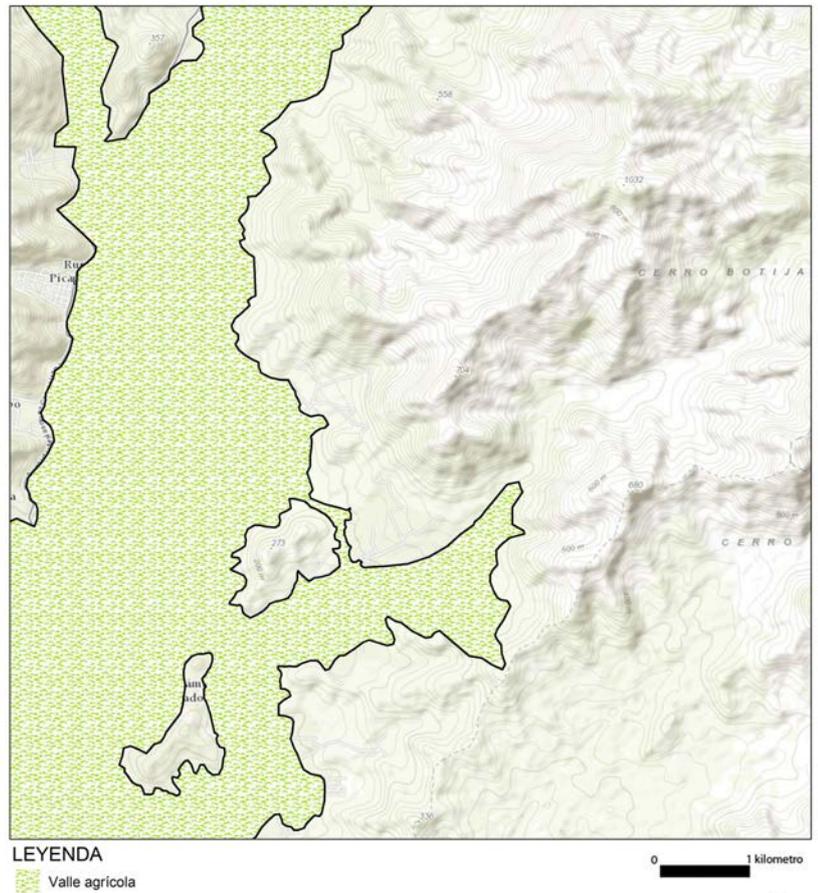
- Mapa temático de riesgos de huaico

Elaborado a partir de la superposición del mapa satelital y el mapa de peligros, permitió identificar las quebradas como zonas de peligro inminente de huaico debido a su topografía y morfología, por lo que serían zonas no habitables; sin embargo, podrían considerarse como zonas de uso especial, ya que con obras de infraestructura podrían utilizarse para áreas recreativas, forestales, entre otras (figura 9).

- Mapa temático de pendientes mayores de 35%

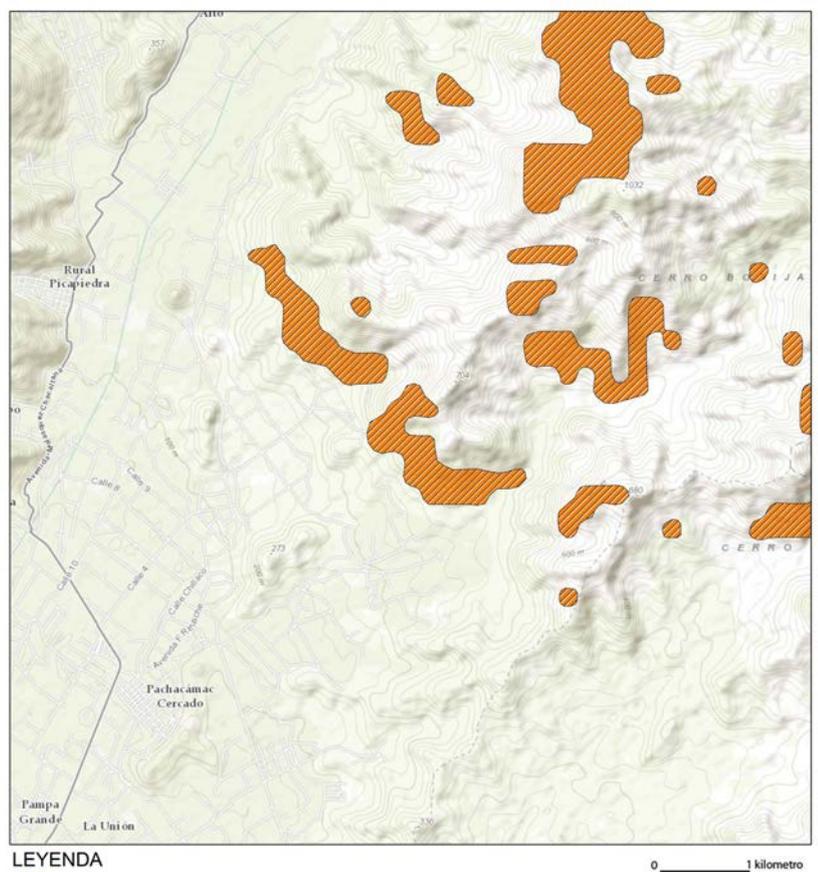
Fue elaborado a partir de la superposición del plano satelital y el plano de pendientes. Su objetivo es identificar las zonas de pendiente mayor de 35%, por ser las que presentan características de mayor dificultad para urbanizar (figura 10).

Figura11: Mapa del valle de Lurín



Fuente: Ingemet (2014).

Figura 12: Mapa de movimientos geodinámicos altos



Fuente: Ingemet (2014).

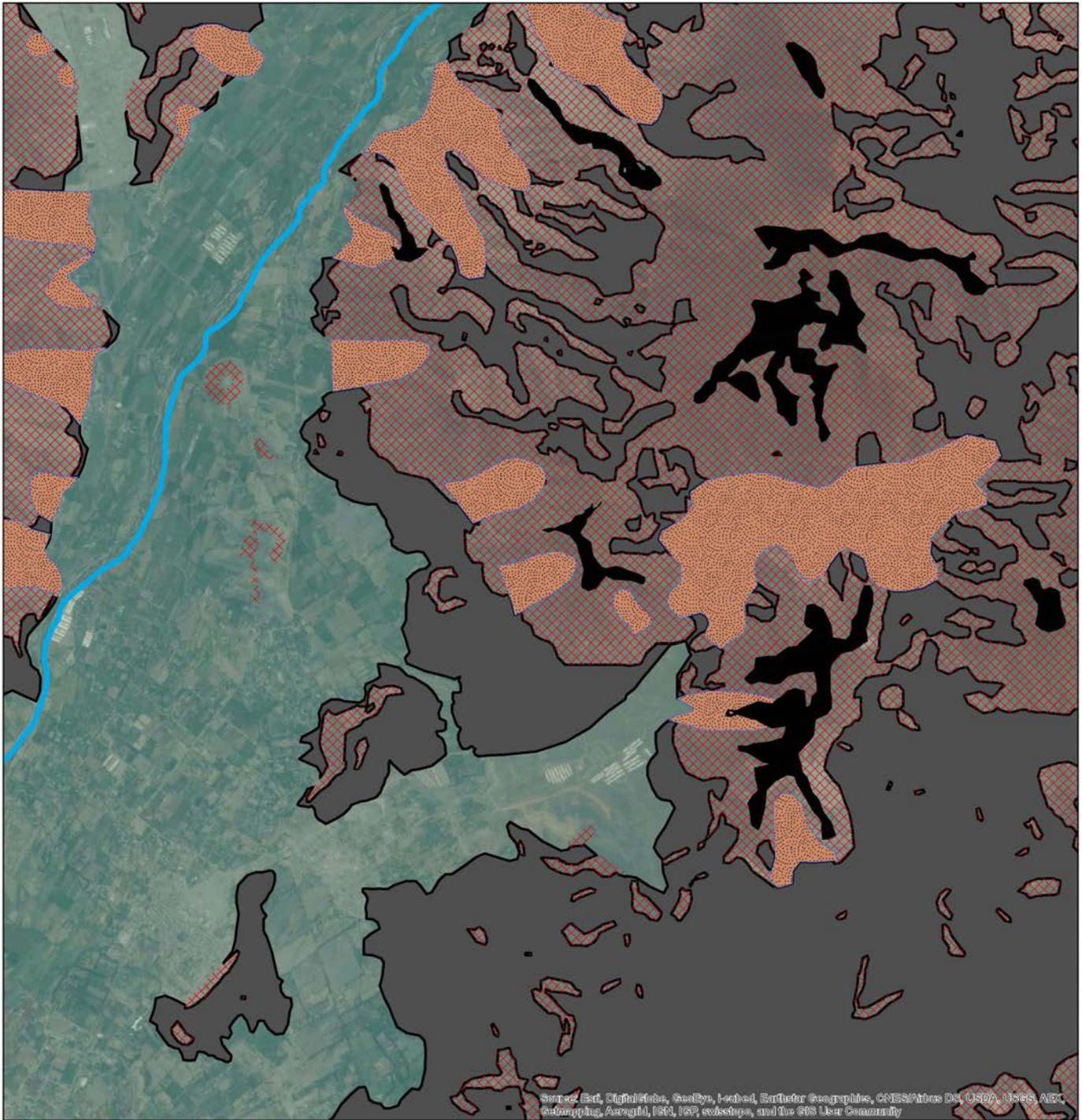
- Mapa temático del valle de Lurín

Fue elaborado a partir del mapa satelital y mapa de pendientes. Esta superposición permitió delimitar el valle de Lurín, que es la zona por proteger (figura 11).

- Mapa temático de susceptibilidad de movimientos geodinámicos altos

Fue elaborado a partir de la superposición del mapa satelital y el mapa de movimientos geodinámicos, identificando las zonas de alto rango susceptibles a estos movimientos. Estas zonas son descartadas para la urbanización por ser las de mayor peligro (figura 12).

Figura 13: Mapa temático síntesis



■ AREA HABITABLE ■ BORDE DE PROTECCION ■ AREA DE USO ESPECIAL 1 ■ AREA DE USO ESPECIAL 2 0 1 kilometro

Elaboración propia, 2014.



Tabla 3: Cuadro de datos calculados con base en el mapa temático síntesis		
Áreas	km2	ha
Malla de referencia	99	9.900
Área total (sin río)	96	9.960
Áreas de laderas	66	6.600
Área del valle	30	3.000
Área habitable	km ²	ha
Con quebradas	36	3.600
Sin quebradas (1)	31	3.100
Zonas de uso especial	km2	ha
Zona de uso especial 1 (3)	5	500
Zona de uso especial 2	2	200
Densidad (2)	3.300	hab./km ²
Superficie urbanizable (1)	31	km ²
Números de habitantes	102.300	hab.
Notas: (1) El área considerada como superficie urbanizable. (2) La densidad es definida a partir de la densidad promedio de Lima, la cual es 2.868,4 hab/km ² (INEI, 2007) y de la densidad residencial media de la zonificación propuesta para la cuenca baja del río Lurín (año 2008), que oscila entre 3.300 y 5.500 hab./km ² , por lo que se recomienda una densidad residencial media de 3.300 hab/km ² . (3) Según la zonificación de la cuenca baja del río Lurín (año 2008), en el uso de protección y tratamiento paisajista no se permitirán usos urbanos.		
Elaboración propia, 2014.		

Mapa temático síntesis (figura 13)

Fue elaborado a partir de la superposición de todos los mapas temáticos mencionados. En él, se identifican las áreas urbanizables, las áreas no urbanizables, los bordes de protección frente a peligros y las áreas de uso especial. Se destaca que de estas tres zonas urbanizables, no todas son habitables.

El área habitable es aquella área en ladera que no se ubica en zona de riesgos ni en zonas susceptibles a movimientos geodinámicos, y cuya pendiente de terreno no excede de 35%. El borde de protección es el área cuya pendiente es mayor de 35% y que requiere ser tratada con medidas de prevención para evitar desastres geológicos.

El área de uso especial 1 es aquella área donde se ubican las quebradas, próximas a las áreas habitables identificadas y al área del valle, que requieren de un tratamiento especial con medidas preventivas para un uso recreativo pasivo. El uso y el tratamiento especial evitarían invasiones o extensiones del área urbanizable.

El área de uso especial 2 es aquella de pendiente menor de 35%, que se encuen-

tra en la parte más alta de los cerros y alejada del área urbanizable, y que podría destinarse para espacios recreativos.

CUADRO DE ÁREAS

A partir del mapa temático síntesis, se calcularon las áreas factibles o no de urbanizar en ArcGis y se elaboró el siguiente cuadro de áreas. Esta información permite aproximar el tamaño de población que pueden albergar las laderas estudiadas. En este cuadro se define un área urbanizable de 31 km², que corresponde al 30% de la malla de referencia (área de estudio); y se calcula una densidad de 3.300 habitantes/km², que resulta en una población de 102.300 habitantes (tabla 3). Esta cifra poblacional es relevante, ya que si la población de los 10 distritos que conforman la cuenca del río Lurín asciende a 160.000 habitantes para el año 2007, se identifica que en la malla de referencia de 99 km² se puede llegar a albergar al 60% de esta población sin la reducción de las áreas agrícolas. Si bien estos datos son referenciales, es importante identificar el valor de estos terrenos en ladera para absorber la expansión urbana de manera coherente con el territorio.

CONCLUSIONES

El aporte metodológico de incorporar el GIS a los estudios de expansión urbana en ladera, ha permitido la superposición de mapas base para la elaboración de mapas temáticos y un mapa síntesis.

Este mapa síntesis evidencia que los terrenos en ladera que pueden ser urbanizados para la actividad residencial son factibles. A partir de los resultados obtenidos, se identifica que las laderas tienen capacidad de albergar la expansión urbana formal de la ciudad, sin reducir el valle agrícola. Dentro de la malla referencial (99 km²) analizada, se identificó como área urbanizable el 30%, con posibilidades de albergar una población mayor de 100.000 habitantes. En los resultados, se hallaron zonas urbanizables en ladera de distintas morfologías: zonas donde un tejido ortogonal es apropiado; y otras zonas en ladera que siguen las formas sinuosas de los cerros, por lo que en la zonificación de suelo residencial tendría que pensarse un tejido urbano apropiado al contexto.

La metodología desarrollada permitió estudiar de manera integral las variables de riesgo y de alta pendiente para definir áreas urbanizables, superando los estudios parciales que restringen y limitan cualquier uso de las laderas. La visión integral permite identificar zonas de usos especiales o con restricción, cuyas características requieren intervenciones de protección ante riesgos.

El GIS permite ampliar los estudios incorporando variables o zonas de estudio. Por lo tanto, este tipo de análisis es replicable en todo el valle de Lurín, así como en otros valles agrícolas costeros, en ciudades que experimentan expansión urbana. Estas aplicaciones permiten un estudio a diferentes escalas, necesarias para identificar posibles áreas urbanizables, así como las restricciones por considerar en las decisiones sobre la expansión urbana, y facilitar el diseño urbanístico.

Con una planificación de la expansión urbana desde un marco sostenible e integral, se evitarían riesgos y obras estructurales innecesarias para mitigarlos; se aprovecharían las áreas de manera eficiente; y la población podría beneficiarse de recursos naturales y agrícolas sin depredarlos.

BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua. (s. f.). Cuenca hidrográfica. Obtenido de <http://www.ana.gob.pe:8088/la-cuenca/caracterizacion.aspx>
- Camacho, Carlos. (2010). Criterios para la evaluación de suelos con fines urbanos [entrada de blog]. Obtenido de <https://carlosjcamacho.wordpress.com/2010/04/20/actividad-04-criterios-para-la-evaluacion-de-suelos-con-fines-urbanos/>
- Canziani, José. (2009). *Ciudad y territorio en los Andes*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dávila, Sadi, & Valenzuela, Germán. (1996). *Estudio geotécnico de futuras áreas de expansión urbana en Lima y Cañete. Fase Estudio geodinámico de la cuenca del río Lurín*. Lima, Perú: Dirección de Geotecnia. Ministerio de Energía y Minas.
- Dourojeanni, Axel, & Jouraviev, André. (1999). *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos*. Santiago de Chile: Cepal.
- ESRI. (2014). ArcGIS Desktop: Versión 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Google Inc. (2014). Google Earth (versión 7.1.) [Software]. Disponible en <https://earth.google.es/>
- Ingemet. (2014). Mapas publicados online por Ingemet Perú. <http://ingemet-peru.maps.arcgis.com>. (14 de agosto de 2013). Software: ArcGIS [software GIS]. Versión 10.0. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2010.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s. f.). <http://www.inei.gob.pe>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). Perfil sociodemográfico de la provincia de Lima. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro15/cap01.pdf>
- López, John, & López, Carlos. (2004). El urbanismo de ladera: un reto ambiental, tecnológico y del ordenamiento territorial. *Bitácora*, 8(1). Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4013798.pdf>
- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2006). Plano de zonificación de la Cuenca Baja de Lurín. Obtenido de <http://ipdu.pe/ordenanzasyplanos/lurin/lurin-plano.pdf>
- Municipalidad de Lima Metropolitana. (2010). *Memoria anual 2010*. Obtenido de <http://www.munilurin.gob.pe/transparencia-municipal/memoria-gestion/memoriaanual2010.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *¿Por qué invertir en la ordenación de cuencas hidrográficas?* Roma, Italia: Autor.
- Orrego, Juan Luis. (2005). Pachacamac y Lurín apuntes históricos y visión del futuro. [entrada de blog]. *Blog de Historia del Perú, América Latina y el mundo*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/item/23646/pachacamac-y-lurin-apuntes-historicos-y-vision-de-futuro>
- Perú. (2008, 10 de junio). Ordenanza 1046. Comisión Metropolitana de Desarrollo Urbano, Vivienda y Nomenclatura. Obtenido de http://ipdu.pe/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=16
- Serres, Michel. (2010). El contrato natural. En, Javier García-Germán (ed.), *De lo mecánico a lo termodinámico* (pp. 81-92). Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.