

# Bases para el ordenamiento territorial y ambiental de La Oroya - Junín - Perú

The basis for a territorial and environmental arrangement of La Oroya - Junin - Peru

Capcha Rosales, A.<sup>1</sup>; Llorente Isidro, M.<sup>2</sup>; Lain Huerta, L.<sup>2</sup>; Espí, J. A.<sup>3</sup>

---

## RESUMEN

El presente trabajo centra su estudio en el distrito La Oroya (región de Junín, en Perú), y ha consistido en la elaboración de los mapas de viabilidad geotécnica y de peligrosidad por movimientos de ladera y un análisis del medio físico como una base a considerar en los estudios de ordenamiento territorial y ambiental. La metodología empleada consiste en el análisis del medio físico empleando un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante álgebra de capas (bases de datos espaciales). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que esta cartografía constituye un punto de partida para los estudios de ordenamiento territorial y ambiental del territorio de la Oroya, ya que dan una idea bastante aproximada sobre dónde desarrollar futuros estudios (proximidades de Curipata) y cuáles serán algunas de las principales ventajas e inconvenientes del territorio en lo que se refiere a la viabilidad geotécnica y a uno de los principales peligros naturales observados en la región (los movimientos del terreno). La continuación lógica de este trabajo debería centrarse en la obtención de mapas de otros peligros naturales observados en la zona de estudio (peligrosidad sísmica y peligrosidad por avenidas e inundaciones), lo que daría pie a la realización de estudios de otros aspectos y su relación con el medio, lo que constituye la base del ordenamiento territorial y ambiental.

**Palabra clave:** Ordenamiento territorial, La Oroya.

## ABSTRACT

This study focuses on the production of a geotechnical map and a landslide hazard map in La Oroya district (Junín region in Perú), as a basis for land use planning. The method applied regards the analysis of the physical environment with a Geographic Information System (GIS) with layer (spatially referenced database) algebra. The results obtained show that this kind of maps represent a start point for land use and environmental planning, as they provide a reliable overview of where to carry out further studies (e.g. environment of Curipata) and which are the main advantages and disadvantages of the territory regarding geotechnics and landslides (the major natural hazard observed in the study area). The logical next study to carry out in the area after this survey should focus on obtaining maps of the other natural hazards that have been observed in the region (seismic and flood hazard maps), allowing to start examining other aspects and their relation with the natural environment, which is the basis for land use planning.

**Keywords:** Territorial and Environmental arrangement, La Oroya.

---

1 Municipalidad de La Oroya.

2 Instituto Geológico y Minero de España.

3 Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: [allison\\_sal@yahoo.es](mailto:allison_sal@yahoo.es)

## INTRODUCCIÓN

El distrito de La Oroya se encuentra a 3775 m en la cuenca alta del río Mantaro, provincia de Yauli, departamento de Junín. La Oroya nace aproximadamente en 1579, con el inicio de las explotaciones del nuevo Potosí (Yacimientos de metales valiosos de la provincia de Yauli). En el año de 1922, se instaló una planta metalúrgica propiedad de *Cerro de Pasco Cooper Corporation* que en 1974 pasó a manos de *Centromín Perú* y que desde 1997 hasta la actualidad pertenece a la empresa *DOE RUN S.A.*

La población de La Oroya convive tanto con peligros naturales como antrópicos.

En relación a los peligros naturales, se han observado los siguientes:

- Movimientos del terreno (desprendimientos de bloques, colapsos y deslizamientos principalmente).
- Crecidas y avenidas (crecidas fluviales del río Mantaro y avenidas torrenciales de pequeños afluentes).

En cuanto a la actividad antrópica, esta ocasiona impactos al medio ambiente con repercusión en la salud y calidad de vida de los habitantes de la región, como consecuencia de la industria minera. Esta actividad deja una gran cantidad de residuos (gaseosos, líquidos y sólidos), cuya afección al medio se puede resumir en tres grandes puntos, a saber:

- Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por las descargas de efluentes líquidos de muy bajo pH y altas concentraciones de metales (Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, arsénico, plomo).
- Contaminación del aire como consecuencia de fuertes emisiones de gases ( $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ) con gran cantidad de partículas sólidas en suspensión (con alto contenido en Pb, cd, As, Zn y  $\text{PM}_{10}$ ).
- Deposición de residuos sólidos con altas concentraciones de metales pesados (cobre, plomo, hierro, arsénico y Zinc).

## METODOLOGÍA

Para la obtención del mapa de viabilidad geotécnica del distrito de La Oroya (Fig. 1), se ha utilizado la metodología desarrollado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 2005).

En esta metodología, los factores (hidrogeología, capacidad portante, excavabilidad, aprovechamiento y estabilidad de los materiales) que se consideran se ponderan (Tabla 1) de forma creciente hacia condiciones de menor viabilidad (valor uno para máxima viabilidad y valor cuatro para mínima viabilidad) y se incorporan a una ecuación que otorga diferentes pesos a los diferentes factores considerados. Para el análisis y tratamiento de los mapas se ha utilizado la herramienta ArcGis 9.

### Mapa de síntesis geotécnica

Este mapa representa la viabilidad o capacidad de acogida a las infraestructuras de forma *cuantitativa*. Para su obtención se realiza una ponderación según los diversos condicionantes y los correspondientes coeficientes de ponderación (Laín *et al.*, 2005), integrándolos según la siguiente ecuación:

$$\alpha = a_1\beta + a_2\chi + a_3\delta + a_4\varepsilon + a_5\phi + a_6\gamma$$

Donde:

$\alpha$  = Viabilidad o capacidad de acogida.

Condiciones hidrogeológicas.

Capacidad portante.

Excavabilidad.

Aprovechamiento de materiales.

Condiciones de estabilidad del terreno.

Condiciones geomorfológicas. Pendientes.

$a_i$ =	Factores de ponderación de los parámetros anteriores.
$a_1 = 7\%$	Peso de los condicionantes hidrogeológicos.
$a_2 = 5\%$	Peso de los condicionantes por capacidad portante.
$a_3 = 15\%$	Peso de los condicionantes por excavabilidad.
$a_4 = 11\%$	Peso de los condicionantes por aprovechamiento.
$a_5 = 25\%$	Peso de los condicionantes por estabilidad del terreno.
$a_6 = 37\%$	Peso de los condicionantes geomorfológicos; pendientes.

Tabla 1. Categorías de la viabilidad o capacidad de acogida del territorio para los horizontes de suelo y roca (IGME, 2005).

Viabilidad o acogida geotécnica a las infraestructuras	Suelos	Rocas
Muy buena	$< 1,2$	$< 1,0$
Buena	$1,2 < \alpha \leq 1,5$	$1,0 < \alpha \leq 2,5$
Media	$1,5 < \alpha \leq 2,0$	$2,5 < \alpha \leq 3,0$
Mala	$2,0 < \alpha \leq 2,5$	$3,0 < \alpha \leq 3,5$
Muy mala	$\alpha > 2,5$	$\alpha > 3,5$

**Mapa de peligrosidad por movimientos de laderas**

El mapa de peligrosidad por movimiento de laderas ha sido elaborado siguiendo la metodología del IGME, 2005, en la que se trabajan con los siguientes factores: geología, litología, geotecnia, geomorfología, tipos de movimientos observados, velocidad de los procesos observados y volumen movilizable por los procesos.

Para estos propósitos, es necesario conocer la pendiente, los niveles de absorción de humedad y el impacto de los cambios inducidos por el desarrollo, si los suelos son cohesivos o granulares, posteriormente se realiza una valoración a cada uno de los factores para dar origen a una matriz.

**RESULTADOS**

**Mapa de viabilidad geotécnica**

Atendiendo a las categorías de la viabilidad o capacidad de acogida del territorio, se puede decir que el territorio de La Oroya tiene una viabilidad buena a muy buena (Fig. 1).

Las zonas con fuerte pendiente tienen una viabilidad muy mala al igual que las zonas de quebrada, mientras que las zonas donde el material es bastante deleznable como es el caso de la Formación Casapalca, presentan una viabilidad geotécnica media.

**Mapa de peligrosidad por movimientos de laderas**

Los resultados obtenidos en el mapa de movimiento de laderas (Fig. 2) detallan que más del 50% (Tabla 2) del territorio de La Oroya tiene un grado de peligrosidad baja a muy baja, mientras que solo el 1% tiene una peligrosidad muy alta.

Tabla 2. Áreas según el grado de peligrosidad.

Grado de peligrosidad	Área	%
Muy bajo	108	36
Bajo	75	20
Medio	122	32
Alto	42	11
Muy alto	3	1

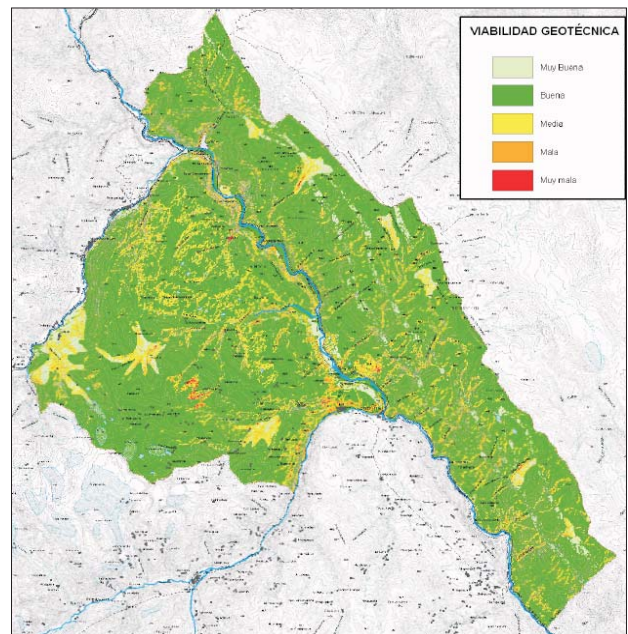


Figura 1. Mapa de viabilidad geotécnica de La Oroya.

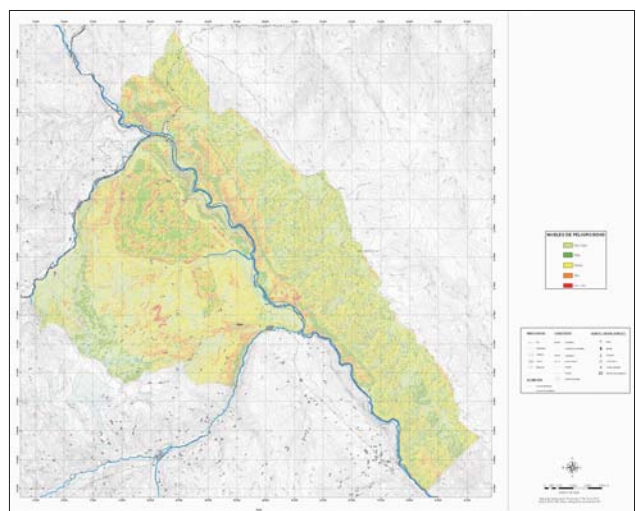


Figura 2. Mapa de peligrosidad por movimientos de laderas de La Oroya.

## CONCLUSIONES

- Para el ordenamiento territorial y ambiental de La Oroya, los mapas de viabilidad geotécnica y de peligrosidad por movimientos de ladera son la base para determinar la capacidad de acogida del territorio con respecto a la edificación segura y la ubicación de las infraestructuras, que junto al análisis del medio físico dan una idea de cuáles y de qué manera deberían de ser las zonas posibles de desarrollo urbano.
- Del estudio del mapa de viabilidad geotécnica, se deduce que una parte importante del área sometida a análisis, resulta óptima para el desarrollo territorial en cuanto se refiere a la construcción de infraestructura y crecimiento de núcleos urbanos; esto debería justificar la realización de un ordenamiento territorial en el que tendrían singular significado los mapas de peligrosidad natural y mapas de condiciones geotécnicas del terreno.
- Como consecuencia derivada de este trabajo, las zonas próximas a Curipata serán aquellas en centrar estudios de detalle que incluyeran demás aspectos de viabilidad geotécnica y peligrosidad debido a que en los mapas, la zona se muestra preliminarmente como una zona óptima para el desarrollo de un núcleo urbano que une a la bue-

na calificación para la aceptación constructiva, lo que implicaría una prevención natural a la contaminación de la industria metalúrgica.

- La delimitación de las áreas, zonificando las zonas aptas para la instalación de infraestructuras y zonas potencialmente peligrosas y otros, permitirá optimizar el desarrollo de un territorio fomentando un equilibrio con la capacidad de acogida del territorio con respecto a las diferentes actividades en conflicto.

## BIBLIOGRAFÍA

CONAM - Gesta zonal del aire (2005). *Informe sobre el plan a limpiar el aire de La Oroya*. Perú, 5 p.

CONAM (2004). *Informe ambiental cuenca del Mantaro: Percepciones y realidades*. Estado de calidad de las aguas de la cuenca alta del río Mantaro y los retos de su manejo concertado (Metas 6-8 y 11 de la Agenda Ambiental Regional Andina Central), Perú, pp. 21-24.

Laín, *et al* (2005). Mapas de peligrosidad geológica en el término municipal de Albuñol (Granada). IGME.

Llórente, M. (2005). Métodos y procedimientos mediante SIG para el análisis de susceptibilidad a los movimientos de ladera en el término municipal de Albuñol (Granada), España, pp. 44-93.