REHABILITACION AMBIENTAL DE UN AREA DEGRADADA POR LA ACTIVIDAD MINERA EN HUALGAYOC, CAJAMARCA, PERU.

Autores: Ing. Deicy Sánchez Espinoza

Dr. Yudel Quintana García

Institución: Universidad "Hermanos Saiz montes de Oca" Pinar Del Río, Cuba.

Email: dsanchez@ext.upr.edu.cu,deicysanchez@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el pasivo ambiental" Desmontera lola 33" ubicado en el distrito de Hualgayoc, Cajamarca Perú", con el objetivo de diseñar un sistema de estabilidad ecológica como alternativa para la rehabilitación ambiental. Para ello se realizó un inventario florístico en zonas aledañas, una caracterización física y química del suelo. Se tomaron datos de precipitaciones y temperaturas, se seleccionaron las especies para la plantación y siembra. Se evaluó el porcentaje de supervivencia a los dos meses de establecida la plantación. Se presentan los resultados preliminares de la revegetación ejecutada en el área, así como las acciones para garantizar la estabilidad hidrológica y geoquímica de la misma debido a problemas de pendientes muy fuertes y la incorporación de un tipo de cobertura debido al deterioro de la capa edáfica. Los resultados del inventario muestran 38 especies pertenecientes a 3 familias Asteraceae, Poaceae y Ciperaceae. Se ejecutó la revegetación con especies herbáceas *Trifolium pratense, Lolium multiflorum* capaces de estabilizar la cobertura y proporcionar nitrógeno a la zona, además de especies arbustivas y arbóreas *como Lupinus sp Polylepis racemosa y Pinus patula* con la finalidad de establecer barreras vivas y para incrementar la biodiversidad en la zona de estudio. El trabajo que se presenta es una de las etapas del programa de restauración ecológica a implementar en la zona.

Palabras claves: rehabilitación ambiental, desmontera, pasivo ambiental, Revegetación.

ABSTRACT

This work was done in the environmental liability "Desmontera lola 33" located in the district Hualgayoc, Cajamarca Peru, with the aim of designing a system of ecological stability as an alternative for environmental remediation. To this end, an inventory of flora and fauna in surrounding areas, and physical characterization.

soil chemistry. Data were collected on rainfall and temperature, species were selected for planting and sowing. We evaluated the survival rate at two months after the establishment of the plantation. We present the preliminary results of the revegetation enforced in the area, and measures to ensure stability hydrology and geochemistry of the same problems due to steep slopes and the incorporation of one type of coverage due to the deterioration of the soil layer. The inventory results show 38 species belonging to 3 families Asteraceae, Poaceae and Ciperaceae. Revegetation was implemented with herbaceous species *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum* able to stabilize the coverage and provide nitrogen to the area, as well as bushes and trees Lupinus sp *Polylepis racemosa* and *Pinus patula* in order to establish live barriers and to increase biodiversity in the study area. The work presented is one of the stages of ecological restoration program to be implemented in the area.

Keywords: Environmental restoration, desmontera, environmental liability,
Revegetation.

INTRODUCCION

La explotación intensiva de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales y urbanas en determinadas zonas, son fenómenos que, por incontrolados, han dado lugar a la saturación de la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza y pueden llevar a perturbaciones irreversibles del equilibrio ecológico general, cuyas consecuencias a largo plazo no son fácilmente previsibles. (Frers, C 2006). En Perú, según el Ministro Brack 2008, uno de los mayores problemas ambientales son los pasivos ambientales mineros.

El distrito de Hualgayoc es uno de los asentamientos mineros más antiguos del país, la actividad minera se hizo presente desde épocas coloniales hasta la actualidad. Al transcurrir el tiempo y debido a muchos factores algunas de estas empresas fueron paralizando sus actividades, dejando como legado labores mineras abandonadas, aguas ácidas con alto contenido de metales, depósitos de relaves, depósitos de desmonte entre otros. A todos estos elementos abandonados se le conoce con el nombre de pasivos ambientales, los cuales representan un daño para el medio ambiente.

La presente investigación, se desarrolla dentro del proyecto de "Remediación De Pasivos ambientales Mineros" de la Compañía Minera Colquirrumi, la cuál desarrolla trabajos de rehabilitación en la zona, sin embargo las actuales prácticas de remediación de la empresa no garantizan la estabilidad ecológica de los trabajos. Por ello la presente investigación busca diseñar un sistema de estabilidad ecológica como alternativa para la rehabilitación ambiental del pasivo ambiental "Desmontera Lola 33" ubicado en el margen derecho del Río Hualgayoc, perteneciente al distrito del mismo nombre, departamento de Cajamarca,Perú.

Para llevar a cabo la rehabilitación se realizaron trabajos preliminares en el área como la estabilización física e hídrica del área. Además se diagnosticó el estado actual del área de estudio, para poder realizar la revegetación de la zona con las especies adecuadas capaces de rehabilitar la zona y brindar la estabilidad como parte del proceso de restauración.

Materiales y métodos.

La investigación se realizó en el depósito de desmonte Lola 33, con una extensión de 14,862.00 m^2, se ubica al margen derecho de la carretera Hualgayoc – Colquirrumi; sus coordenadas UTM son E= 767 060, N =9 252 616. . Pertenece al distrito de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, Perú (Figura.1)

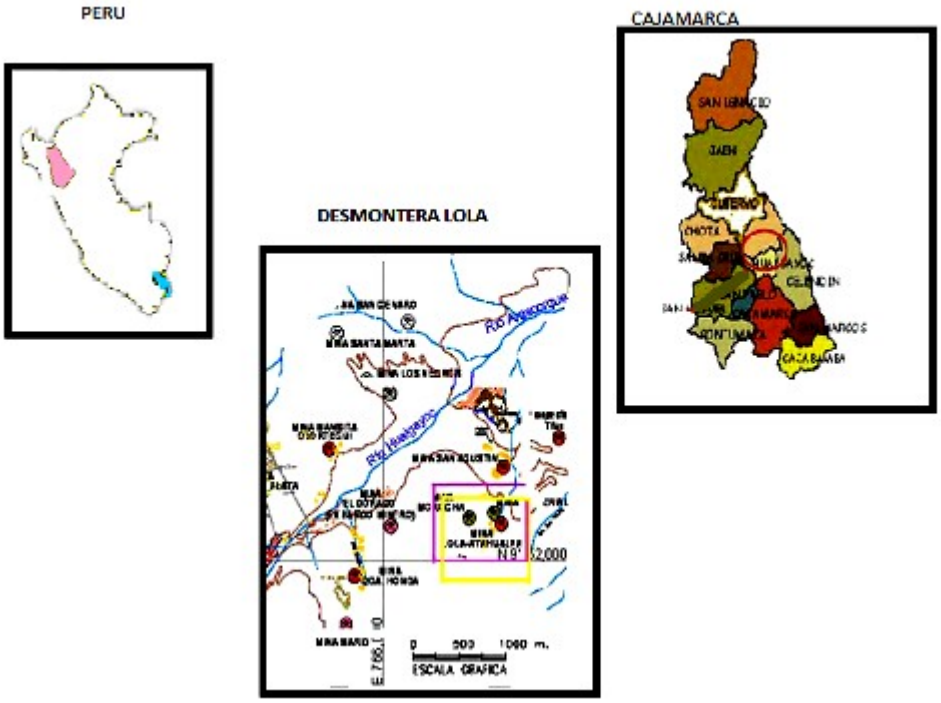

Figura 1. Ubicación geográfica

Para la caracterización edáfica del suelo se realizaron tres calicatas y se tomó una muestra de 500 mg por cada calicata, los cuales fueron llevados a los laboratorios INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) y NKAP de Cajamarca, para determinar las características físicas y químicas.

Se determinó el distanciamiento de las terrazas para evitar erosión .Se realizó la eexcavación de zanjas de anclaje de pajas de pacas (l=1445 x a=0.45 m x h=0.05 m) para contención de cobertura de top soil en 14 líneas, debido a que el talud presenta pendientes fuerte, en la parte superior y media; la equidistancia entre pacas es de 10 m y en la parte inferior es de 07 m.

Se tomaron datos de precipitación y temperatura de los últimos 4 años de la Estación Experimental La Quinua y con ello se elaboró un climodiagrama utilizando el software ClimoPro v. 2.1.

Para garantizar la estabilidad hidrológica y geoquímica se realizó: Excavación de un canal de coronación de tierra de sección cuadrada sobre la desmontera con pendiente a dos aguas (l=120 x a=0.4 x h=0.4 m) y una excavación de cunetas de tierra en V en los accesos que cruzan la desmontera (l=315 m x b=0.8 x h=0.5 m. Encalado con cal agrícola de presiembra de la superficie del suelo en proporción de 2.0 Tn/ha . Abonado de presiembra del suelo agrícola con: superfosfato triple (0.3 Tn/Ha) y superguano (0.3 Tn/ha).

Se realizó un inventario florístico en zonas aledañas, utilizando el método de área mínima con parcelas cuadradas de 10 x 10 m^2

Se realizó la siembra y la plantación en noviembre del 2009 y se determinó el porcentaje de supervivencia de las especies al mes y a los tres meses de plantada.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla1 se presentan los valores obtenidos del análisis físico químico del suelo para las tres subzonas del pasivo.

Tabla.1. Análisis químico-físico del suelo.

Parcela	P ppm	K ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Lola 1	15,63^a	190,0^a	3,8^a	2,10^a	1,40^a	42^a	28^a	30^a	I
Lola 2	13,36^b	190,0^a	3,8^a	0,95^b	1,17^b	56^a	14^a	30^a	II
Lola 3	13,83^c	135,0^b	2,7^b	1,34^c	8,50^c	40^a	28^a	32^a	I
				Parámetros descriptivos					
Desviación estándar	1,02	27,08	0,54	0,50	3,55	7,54	7,00	1,00	
Error estándar	0,29	7,82	0,16	0,14	1,02	2,51	2,33	0,33	

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Duncn con una $p < 0,05$

I. Franco arcillosos; II. Franco arcillosos-arenoso

De la tabla 1 se infiere que son suelos ácidos, con contenido de materia orgánica bajo, y alto contenido de potasio. La materia orgánica del suelo es uno de sus constituyentes

esenciales, su influencia sobre las características químicas y físicas de los suelos sobrepasa su participación cuantitiva, influye tanto en el régimen de los nutrientes como en la capacidad transformadora del suelo (Cairo y Fundora, 2007). Estos suelos presentan reacciones ácidas lo cual genera deficiencias en nutrientes , así mismo se puede deducir que el contenido de nitrógeno es bajo , este hecho es frecuente en zonas frías donde por acción de bajas temperaturas la actividad biológica es baja , lo que hace que poco nitrógeno se encuentre disponible como nitrógeno mineral NO_3^-, NO_2^- . Por ello los procesos de amonificación y nitratación son severamente disminuidos. Con respecto al potasio, el suelo tiene suficiente para cubrir los requerimientos de la mayoría de las plantas. Además se presentan diferencias significativas en los parámetros químicos.

La clase textural del suelo indica que la sub zona Lola 1 y 3 se clasifica como suelos franco arcillosos, mientras que Lola 2 es un suelo franco arcilloso arenoso.

La figura 2 representa el climodiagrama con los valores promedios de precipitación y temperatura de los últimos 5 año, se utilizó la metodología de Walter y Lieth (1960), citado por Samón *et al.,* (2007), procesado a través de ClimoPro v. 2.1.

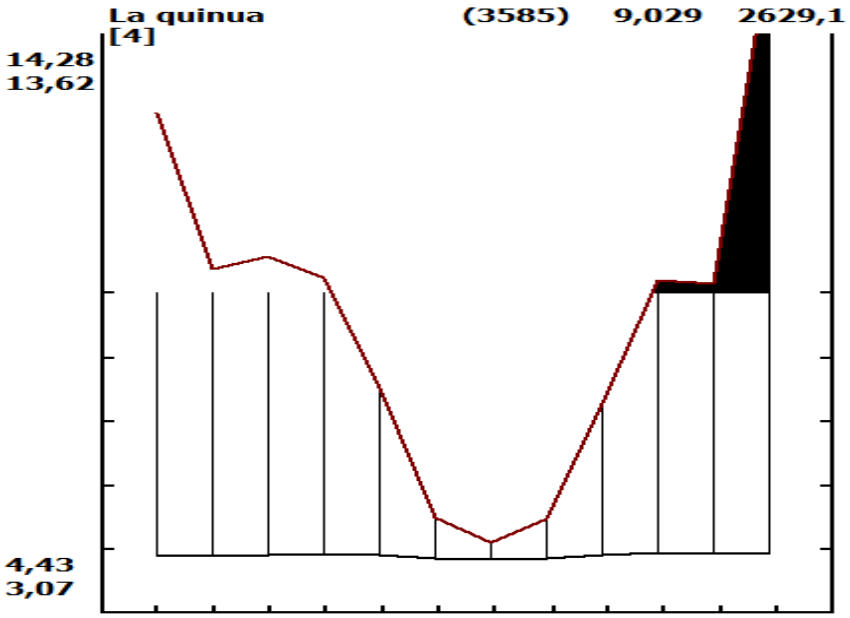

Figura 2. Climodiagrama.

Se puede deducir que el periodo lluvioso está comprendido entre los meses octubre – diciembre prolongándose hasta el mes de Abril. Los meses donde se presenta mayor periodo de estiaje corresponde a junio, julio y Agosto. .En estas estaciones se puede observar que la precipitación es casi uniforme a través del año, en la cual el período de estiaje no es tan marcada, pero puede satisfacer en cierta medida los requerimientos de agua de las especies vegetales en la zona, especialmente los pastos alto andinos.

En la tabla 2,3 y 4 se muestran los resultados del inventario florístico en zonas aledañas , la presencia de flora es preferentemente de tipo herbácea en la cual destacan especies de las familias Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae, con un total de 38 especie.

Tabla.2. Inventario florístico

Familia	Especie	Condición
	Aphanactis villosa	H
	aff.dombeyanum	H
	Gnaphalium polium	H
	gramineae Lucilia tunariensis	H
	Hieracium cf. lagopus	A
Artereaceae	*Lepthocephalium*	A
	Hypochaeris sessiliflora	H
	Hypochaeris eriolaena	H
	Gramineae Lucilia tunariensis	H
	Oritrophium peruvianum	H
	cf calvus	H
	Werneria nubigena.	A

Tabla 3. Inventario florístico.

Familia	Especie	Condición
	Carex bomplandii	H
	Carex fecunda	H
	Carex crinalis	H
Ciperaceae	*Carex cf. Ecuadorica*	H
	Carex pichinchensis	H
	Carex macloviana	H
	Carex sp	H
	Isolepis inundata	H

Tabla 4. Inventario florístico.

Familia	Especie	Condición
	Agrostis breviculmis	H
	Agrostis glomerata	H
	Agrostis tolucencis	H
	Bromus catharticus	H
	Bromus lanatus	H
	Calamagrostis sp	H
	Cortaderia sp	H
	Dactylis glomerata	H
Poaceae	*Festuca peruviana*	H
	Lolium multiflorum Lamark	H
	Poa annua	H
	Poa fibrifera	H
	Poidium monandrum	H
	Polypogon interruptus	H
	Stipa depauperata	H
	Stipa sp	H
	Trifolium amabile	H

Según la experiencia recogida por la ONG ADEFOR 2006 , en áreas disturbadas por la minería y con pendientes fuertes , el distanciamiento de las terrazas depende de la pendiente, en este caso se observaron 3 pendientes por lo cual en la zona 1 el espaciamiento fue cada 7 metros, en la zona 2 cada 10m y en la zona 3 se decidió establecer una plantación de *Polylepis racemosa* en sistema de 3 bolillo por presentar la pendiente menos pronunciada. Sobre cada paca de arroz se colocó la especie mencionada.

Se realizó la siembra con especies herbáceas *Trifolium pratense, Lolium multiflorum* capaces de estabilizar la cobertura y proporcionar nitrógeno a la zona, además de especies arbustivas y arbóreas *como Lupinus sp* como especie fitoremediadora *, Polylepis racemosa y Pinus patula* con la finalidad de establecer barreras vivas e incrementar la biodiversidad en la zona, . El trabajo que se presenta es una de las etapas del programa de restauración ecológica a implementar en la zona

El porcentaje de supervivencia en la plantación de quinuales en la zona 3 fue de 99.3% se establecieron 144 plántulas y murió solo una. La supervivencia en las barreras fue de 99.7 ya que murieron 5 de un total de 1956 plántulas.

Fig. 3. Vista inicial del pasivo 2005

Fig. 4 Vista del pasivo rehabilitado Febrero 2010

Conclusiones.

Para lograr la rehabilitación en el área debe de realizarse trabajos de estabilización física e hidrológica en el área, los mismos deben de asegurar las condiciones para poder comenzar con la revegetación que es una fase de la rehabilitación.

Para determinar las especies a sembrar y plantar en el pasivo, es importante realizar un diagnóstico del área donde se caracterice los suelos y se tenga información del clima, además de la identificación de la flora. Todo este trabajo nos dará los criterios para una adecuada selección de especies.

Con el éxito de la plantación y la siembra, se asegura la estabilidad de la capa edáfica que fue agregada al pasivo, además la plantación debe de asegurar una fuente generadora de biodiversidad para de esta manera acelerar los procesos eco sistémicos de la zona.

Bibliografía.

1. Compañía de minas Buenaventura S.A.A, diseño estándar para la restauración de revegetación s/f.

2. Curso taller. Revegetación de áreas alteradas por la actividad minera Adefor (Reseña). (Cajamarca 25-28 de abril 2006

3. Gerrard,. Fundamentals of soils. Routledge. 2000

4. Margalef,. Planeta Azul, Planeta Verde. Prensa Científica. 1992

5. Jaula, J. A. y Vera, J. F. “El territorio turístico y su estabilidad ambiental a través de las redes ecológicas”; Instituto de Investigaciones Turísticas, Universidad de Alicante; 21 pp. (2008):

6. Jaula, J. A): “Las redes ecológicas para la estabilidad ambiental del territorio turístico”; Revista “Avances”, Ed. CITMA Pinar del Río; 12 pp. . (2009)

7. Normatividad ambiental minera (Diapositiva) Pinto, Juan C. Perú. Organismo Supervisor De La Inversión En Energía Y Minería. 24 diapositivas color. 2009,

8. Padilla, Saúl. Manual del Viverista. CICAFOR Cajamarca, 1983.

9. Paredes, W Especies andinas de Perú Sumario de usos y cualidades de las especies. (2008-2009)

10. Plan de cierre de pasivos ambientales elaborado por CESEL Ingenieros para Minera Colquirrumi.

11. Phytoma. España (La revista profesional de protección vegetal) [en línea] no. 112 (octubre 1999). Valencia, España. Disponible en: http://www.phytoma.com [Consulta: 10 de jun. 2009].

12. Smith y Smith. 2000. Ecología. Interamericana, el triángulo textural del suelo de acuerdo a la FAO y el Dep. De Agricultura de USA.

13. www.cajamar.es/sueloagricola/escala_suelos.htm (Consulta 18 Jun.2009)