

# REHABILITACIÓN AMBIENTAL MINERA



Jacobo Urbino Rodríguez  
Berthá Díaz Martínez  
Sergio Sigarreta Vilches

ISBN 978-950-312-240-5

CISAT - CEPRONIQUEL - IES  
GEF-PNUD

## CAPÍTULO III

### HISTORIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN NIQUELÍFERA DE CUBA NORORIENTAL.

**Autores:** Jacobo Urbino, Sergio Sigarreta y Bertha Díaz.

#### RECURSOS NATURALES.

##### **Fundamentación.**

Este capítulo tiene como objetivo general brindar información a los mineros y demás usuarios sobre los Recursos Naturales de la región nororiental de Cuba, previendo la inclusión de las áreas de influencia directa e indirecta de los proyectos niquelíferos en explotación, los cerrados o en procesos de cierre.

El área de influencia directa considera los sitios donde están ubicados los yacimientos lateríticos y las empresas metalúrgicas. Las áreas de influencia indirecta abarcan toda la zona donde los impactos negativos y positivos de la minería tienen incidencia en el medio ambiente.

Este capítulo consta en su inicio de una descripción general de la Historia Natural y Ambiental de la región, continuando con la caracterización actual de los Recursos Naturales, lo cual incluye los recursos Fisicogeográficos, como Geología, Suelo, Clima e Hidrología, así como los Recursos Biogeográficos, como Vegetación, Flora, haciéndose al final un análisis general de la Ecología del área y de las actividades de Rehabilitación Ecológica realizada por las empresas mineras de la región.

##### **Las lateritas niquelíferas en el mundo.**

Existen en el mundo cortezas de interperismo originadas a partir tanto de rocas Ultrabásicas como de rocas Básicas. Las Ultrabásicas son las que han originado las lateritas niquelíferas, sin embargo las Básicas, dan lateritas con contenido de níquel muy bajo, lo que las hacen no explotables.

En el mundo existen diversas áreas de lateritas dedicadas a la obtención de níquel a partir de cortezas de interperismo ferruginosas niquelíferas que se pueden localizar en diferentes regiones climáticas de la Tierra, lo que demuestra los cambios climáticos ocurridos en el planeta a través del tiempo, pues las lateritas en general a cielo abierto se han formado bajo condiciones climáticas generalmente de altas precipitaciones y temperaturas (Brook, 1997). Por ejemplo se localizan: en la región desértica (yacimientos de Omán), en la región templada (yacimientos de Oregón, EE. UU) y en la región tropical (yacimientos de: Nueva Caledonia, Filipinas, Isla Salomón, Isla Célebes, Isla de Cuba e Isla de la Española (República Dominicana) entre otros.

### Yacimientos níquelíferos cubanos.

Referente a los yacimientos níquelíferos de Cuba (Fig. III.1.), estos se localizan en: (1) Sierra de Cajálbana, provincia de Pinar del Río; (2) Altiplanicie de San Felipe, provincia de Camagüey; (3) Altiplanicie de Nipe; (4) Sierra del Cristal y (5) Sierra de Moa - Toa, en provincias de Holguín y Guantánamo, sin embargo solo están en explotación los de Moa, pues el de Sierra Cristal prácticamente está agotado, el de Sierra de Nipe esta en Cierre Temporal y los demás aún no se explotan. No obstante, en el actual trabajo solo se hará referencia a los yacimientos correspondientes a la región nororiental de Cuba, debido a su incidencia en la producción de níquel y por el lugar que ocupa esta región referente a la conservación de la naturaleza debido a sus altos valores de biodiversidad y en especial por el alto endemismo tanto en la flora como en la fauna.

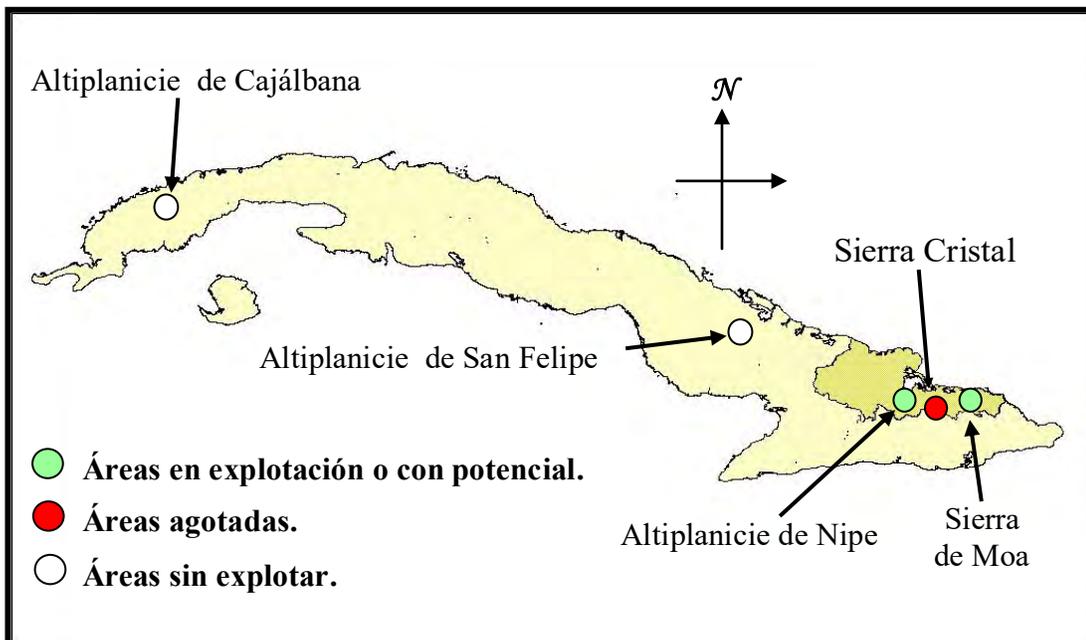


Fig. III.1. Ubicación de los yacimientos níquelíferos cubanos.

HISTORIA NATURAL Y AMBIENTAL DE LA REGIÓN.

**Historia Natural.**

Iturralde-Vinent (2005), supone que el territorio de Cuba se presentaba muy similar a la configuración actual de la Isla desde el Mioceno Inferior a Medio, o sea, hace 14 a 16 millones de años (Fig. III.2.).

Cuba nororiental, por su diversidad orográfica, geológica, de suelo, de clima y ecológica, han hecho del macizo Nipe, Cristal y Moa – Toa - Baracoa el centro de evolución, desarrollo y diversificación más importante de la flora y la fauna cubana (Figs. III.3., III.4., III.5., III.6. y III.7.), con un alto número de especies endémicas, tanto regionales como locales (López, 1996).

Sobre la historia climática de la región, el mismo autor supone que este es uno de los posibles refugios cubanos de la biodiversidad propia de ecosistemas tropicales durante los periodos en que disminuyeron considerablemente las precipitaciones y las temperaturas en los trópicos, a consecuencia de las glaciaciones cuaternarias en el hemisferio norte (Tabio, 1988)

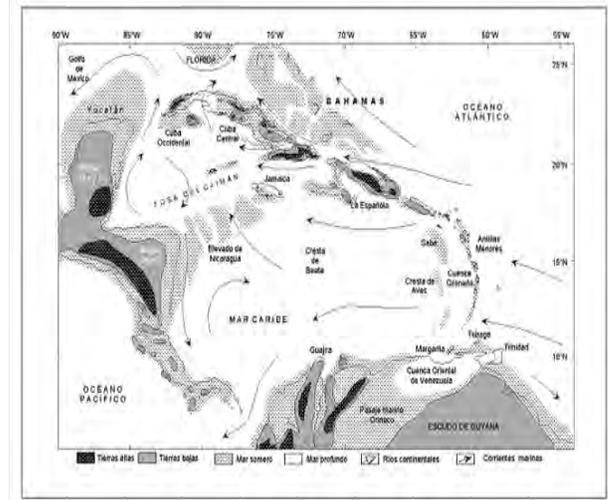


Fig. III.2. Mioceno Inferior a Medio (14-16 Ma) por (Iturralde-Vinent, 2005).



Fig. III.3. *Dracaena cubensis*, endémico exclusivo de Moa, es una especie rara. (Logan, 2014)



Fig. III.4. *Magnolia cubensis*, endémico de la región nororiental de Cuba. (CESIGMA, 2008)



Fig. III.5. Pino tea (*Pinus sp.*), ecotipo de *Pinus* viviendo en una región considerada con clima templado, altiplanicie del Toldo, Moa, Cuba. (Urbino, 2014)



Fig. III.6. Almiquí (*Solenodon cubanus*), fósil viviente de la fauna cubana. (Internet, 2014)



Fig. III.7. *Polymita picta*, colectada sobre un curujey de lugares húmedos en El Toldo. (CESIGMA, 2008)

**Origen probable de la flora de Cuba nororiental.**

El origen de la flora de la región nororiental de Cuba, coincide en su totalidad con el origen probable de la flora de Cuba, por lo cual, lo que se diga para el Archipiélago Cubano, se dice para esta región.

Según López (1996) se puede resumir que las causas que influyeron en el alto endemismo de la flora cubana y la región en cuestión fueron las siguientes:

- a) La historia Geológica y Edafológica que da origen al territorio nacional y sus principales características ecológicas.
- b) Las transgresiones marinas que provocaron la desaparición y acumulaciones de especies de la flora en las elevaciones y montañas de la isla.
- c) El arribazón de importantes cantidades de especies de la flora de Sur América a Cuba, así como de Norteamérica pero en menor cantidad, usando en este último caso la vía de América Central y en algunos casos directo de Norteamérica.
- d) La existencia de diversidad de nichos ecológicos en pequeños espacios, que permiten una especialización de la flora que fue arribando al territorio insular, lo cual, mediante diversos mecanismos de especiación, dieron origen a nuevas especies o a complejos de especies e incluso a géneros.
- e) Los cambios climáticos de periodos lluviosos a periodos áridos y viceversa, ocurridos en el transcurso del tiempo, ocasionaron la desaparición y aparición de nuevas especies por adaptación, así como la disminución o ampliación de las áreas de las diversas formaciones vegetales de la Isla.
- f) La permanencia en el tiempo, durante los diferentes periodos glaciales de regiones con climas templados (algo fríos).

Es muy probable que las causas del gran endemismo en la fauna de la región sean las mismas o similares que las de la flora.

**Vegetación Original vinculada al área de influencia de lateritas niquelíferas de la región nororiental de Cuba.**

La Vegetación Original está considerada para principios del Siglo XVI (Fig. III.8.), o sea 1500, cuando la influencia del hombre sobre la misma era mínima y el área estaba ocupada por nuestros aborígenes, los cuales convivían en armonía con la Naturaleza.

De forma general lo más destacado de la vegetación de aquella época era la existencia de bosques que ocupaban alrededor del 85 % del territorio, donde sus árboles podían alcanzar alturas de hasta 60 metros y diámetros de los troncos superiores a 2 metro, una cobertura total del follaje entre el 75 y 95 %. Ocupando el resto del área matorrales xeromorfos costeros, matorrales montañosos en pendientes abruptas y suelos esqueléticos, así como la casi ausencia de tipos de vegetación herbáceas compuestas en su mayoría por gramíneas.

En esta región existían, como en la actualidad, tres tipos principales de paisajes, uno correspondiente a las montañas, otro a las llanuras y pequeñas elevaciones y por último a las zonas costeras.

En el paisaje montañoso se destacaban los ecosistemas de árboles latifolios. Entre estos, ocupando amplias zonas se observaba la selva tropical (bosque pluvial tropical mesófilo), compuesta, por numerosas especies, algunas endémicas, con árboles de alturas de hasta 60 metros y diámetros de más de 2 metros (Fig.III.9.), con la presencia de diversas especies de helechos, destacándose los arborescentes, así como las plantas epífitas (orquídeas y curujeyes) debido a la alta humedad relativa del aire debajo del alto follaje y temperaturas frescas.

Estas selvas mayormente se localizaban sobre cortezas de interperismo (suelos lateríticos), formados a partir de rocas Ultrabásicas o Básicas, ambos suelos generalmente profundos de mediana a poca fertilidad.



Fig. III.9. Árboles así eran observados en la región. Cedro (*Cedrela odorata*) de La Melba, de 2.40 metros de diámetro talado en 1988. (Peña, 1988)

En las cortezas de interperismo también se podían localizar los bosques aciculifolios, como el pinar (bosque de pino), formado por un estrato arbóreo compuesto principalmente por *Pinus cubensis*. Este pinar ocupaba zonas con precipitaciones entre 1500 y 3000 mm anuales, como Sierra de Nipe, Sierra Cristal y Norte y Sur de Moa.

Se debe destacar que existía dos variantes de pinares, el normal con *Pinus cubensis* y otra variante, a más de 450 metros de altura formada por dos especies, *Pinus cubensis* (pino blanco) y *Pinus sp.* (pino tea) (Cejas et al, 1996). El pino blanco podía alcanzar diámetros de más de 1 metros y llegar a edades de 300 años, sin embargo el pino tea podía alcanzar edades de hasta 1000 años y diámetros del tronco de alrededor de 1.50 metros (Fig. III.10.).

En las altiplanicies a más de 400 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones superiores a los 3000 mm anuales se podía localizar el monte lluvioso tropical mixto, formado su estrato arbóreo por pino tea (*Pinus sp.*) y por el manglillo (*Bonnetia cubensis*), especie latifolia, ambas desarrolladas sobre cortezas de interperismo sobre rocas Ultrabásicas o rocas Básicas.



Fig. III.10. Tronco de pino tea seco con un diámetro de 84 cm y más de 700 pares de anillos de crecimiento (+ de 700 años). (CESIGMA, 2008).

Otro bosque latifolio era observado en esta región montañosa, como lo es el monte verde (bosque siempreverde mesófilo), ocupando suelos fértiles y profundos, mayormente calizos, en pendientes de suaves a fuertes, con la presencia de numerosas especies arbóreas de uso forestal, en general compuesto por especies comunes de regiones de América Tropical.

También podía ser observada en el área el monte de río (bosque de galería), que a orillas de arroyos y ríos atravesaba diversas unidades del paisaje, que iban desde las zonas de montaña hasta las zonas costeras. Esta vegetación tenía una alta variedad de especies arbóreas y arbustivas, las cuales dependían de las condiciones ecológicas del paisaje por donde atravesaba el río.

Se localizaba en estas montañas, en especial en la Sierra de Nipe, el monte de mogote (complejo de vegetación de mogote), la cual se desarrollaba sobre una Geología de origen cársico, formando elevaciones con laderas muy inclinadas, mayormente de 90° (farallones). La parte superior de la elevación estaba ocupada por una manigua arbustiva xeromorfa (matorral xeromorfo) sobre suelos de redzina y diente de perro, con numerosas especies de la flora y de la fauna; los farallones eran ocupados por una vegetación extremadamente rala, formada mayormente por especies suculentas como los magueyes (*Agave* o *Furcraea*) y algunas palmitas, y bordeando estos farallones se localizaba un “monte semi-seco” (bosque semidecíduo), compuesto por algunas especies de árboles que perdían sus hojas en los meses de sequía. En las montañas de Moa, en la localidad conocida actualmente como Farallones de Moa, también existen vestigios de esta vegetación.

Por último en este paisaje montañoso, también en el área de influencia indirecta, se localizaba un tipo de manigua semi-espinosa sobre rocas Ultrabásicas, el charrascal (matorral xeromorfo subespinoso), la cual estaba formada por un estrato arbustivo, de hojas pequeñas y duras (esclerófilas), ocupando zonas con pendientes de fuertes a abruptas y suelos esqueléticos sin carbonatos, pero localizados en regiones de altas precipitaciones.

En el paisaje de llanura y pequeñas elevaciones, se localizaban dos tipos principales de vegetación, el monte siempreverde de llanura (bosque siempreverde mesófilo) y el monte semidecíduo sobre pequeñas elevaciones (bosque semidecíduo). El primero sobre suelo relativamente profundo, y clima bastante húmedo, con precipitaciones entre 1300 y 2000 mm anual y el segundo, sobre un relieve de pendientes relativamente fuertes, con alto escurrimiento del agua y precipitación algo inferiores al anterior caso.

En el paisaje costero el primer tipo de vegetación representativa era el manglar (bosque de mangle), que ocupaba zonas pantanosas influenciadas directamente por el mar, sobre todo vinculados a las desembocaduras de los ríos. Esta vegetación estaba formada principalmente por ejemplares de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en contacto directo con el mar, el cual podía alcanzar diámetros próximos a 1 metro (Fig. III.11.). Por detrás de esta especie o en playas

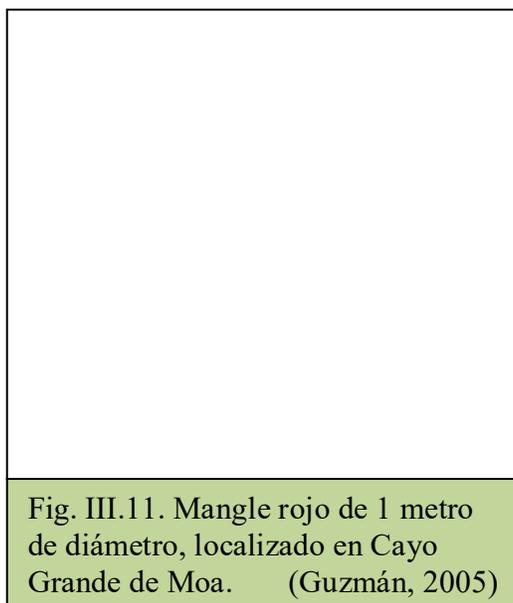


Fig. III.11. Mangle rojo de 1 metro de diámetro, localizado en Cayo Grande de Moa. (Guzmán, 2005)

fangosas se localizaba otro árbol, el mangle prieto (*Avicennia germinans*). Otras especies se podían localizar en esta vegetación, como el mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) y la yana (*Conocarpus erecto*). En pequeñas ciénagas interiores se podía localizar la vegetación de pantano (herbazal de ciénaga), formado mayormente por macío (*Typha dominguensis*).

En zonas de costa arenosa se localizaba el monte de playa (complejo de vegetación de costa arenosa). Esta vegetación se caracterizaba por desarrollarse en un relieve de playas, formando una duna de arena, con una vegetación estrecha en forma de franjas. Más cercana al mar una primera franja compuesta por vegetación herbácea rastrera, compuesta casi únicamente por boniato de playa (*Ipomea pescaprae*); una segunda franja compuesta también por algunas plantas herbáceas pero erguidas a unos pocos centímetros del sustrato, como bledos y verdolagas (varias especies de los géneros *Amaranthus* y *Portulaca*); y una tercera franja constituida por árboles, mayormente de uva caleta (*Coccoloba uvifera*) y algunas palmas pequeñas del género *Thrinax*.

En las zonas costeras, sobre rocas en forma de diente de perro se desarrollaba la vegetación de costa rocosa (complejo de vegetación de costa rocosa), constituido por pequeñas plantas distribuidas en forma de franja; más cercanos al mar, en la zona de influencia de las salpicaduras del mar se localizaban pequeñas plantas suculentas y más atrás algunos arbustos resistentes a la fuerte briza marina y salpicaduras del mar.

### **Los asentamientos aborígenes y la llegada de Cristóbal Colon a la región.**

En estas regiones se reporta el asentamiento de aborígenes más antiguo de Cuba (5000 – 10000 años), localizado en la cueva de Seboruco ubicada en la cuenca baja del Río Mayarí (Hernández et al., 2014), las cuales solo se dedicaban a la caza, a la pesca y a la colecta de alimentos.

Posteriormente fueron arribando a Cuba, en especial a la región oriental, otros grupos más avanzados, los agroalfareros (Hernández et al, 2014), que además de cazar practicaban una precaria agricultura y confeccionaban vasijas de barro. En todo este periodo la intervención del hombre en el medio natural fue insignificante, pues solo se dedicaban a la caza, a la pesca, recolección de alimentos y material para hacer sus instrumentos y a una agricultura prácticamente de subsistencia, y aunque conocían el fuego, su manejo era muy restringido y seguro para el entorno.

El primer reporte escrito sobre los recursos naturales de esta región lo dio Cristóbal Colón en 1492 durante su primer viaje a “Las Américas” (Pichardo, 1985). El día 25 de Noviembre el Almirante, frente a las costas de lo que hoy es Moa escribe en su diario:

*“Estando así dan voces los grumetes, diciendo que vían pinales. Miró por la sierra, y vídolos tan grande y tan maravillosos que no podía encarecer su altura y derechura como usos gordos y delgados, donde conoció que se podían hacer navíos e infinitas tablazón y mástiles para los mayores naos de España”.*

*“Vido por la playa muchas otras piedras de color de hierro y otras que decían algunos eran minas de plata, todas las cuales trae al río”.*

Es incuestionable que por vez primera se hace alusión a los dos recursos de mayor importancia económica de la región, o sea, los recursos forestales y los recursos mineros.

## Historia Medioambiental de la región niquelífera de Cuba nororiental.

Después del “Descubrimiento” pasó largo tiempo sin que estas regiones fueran afectadas por el hombre de forma significativa. No fue hasta la segunda mitad del Siglo XIX que la asimilación antrópica de los paisajes de la región vinculada a las zonas niquelíferas comienza a hacerse visible. Primero por algunas actividades agrícolas de autoconsumo, segundo por actividades forestales y por último por actividades mineras. En esta etapa se construyen los primeros asentamientos humanos de la región en función de la naciente actividad forestal.



Fig. III.12. Áreas de pino blanco (*Pinus cubensis*) forestalmente explotadas en el norte de Moa. (Urbino, 2003)

Sin embargo, en la primera mitad del Siglo XX es cuando la asimilación del paisaje por el hombre se hace significativa, primero con la explotación forestal (Fig. III.12.) y después por la actividad minera. Varias compañías forestales se hacen presentes en la región, como la “Babum” y la “Junicum”, las cuales prácticamente agotaron sus grandes recursos forestales, proceso que dura con intensidad hasta la mitad del propio Siglo XX (Fig. III.13.). Junto a esta explotación forestal se incrementa el desarrollo cafetalero de la región, lo cual sucede a expensa del bosque siempreverde mesófilo, pues este ocupaba los suelos montañosos más fértiles y con buenas precipitaciones.



Fig. III.13. Árbol seco de pino tea (*Pinus sp.*) como testigo de hace más de 80 años de la intensa actividad forestal en el Toldo, Moa.

(CESIGMA S. A. 2008)

La minería comienza con cierta intensidad durante la 1ra Guerra Mundial, explotando yacimientos de cromo en galerías en la Sierra de Nipe, y posteriormente, a partir de 1905, yacimientos lateríticos en Pinares de Mayarí en función de la obtención de mineral de hierro, el cual era exportado para Estados Unidos.

Posteriormente, a partir de 1943, se reabre la explotación minera de dichas lateritas pero ahora en función del mineral de níquel, pero en los yacimientos de Sierra Cristal. En esa fecha se abre la fábrica de enriquecimiento de mineral de níquel de Nicaro (Fig. III.14.), la cual funcionaba bajo un proceso básico amoniacal.



Fig. III.14. Antigua planta de Nicaro, después de cerrada en el 2010.

(Urbino, 2014)



Fig. III.15. Planta y yacimiento de níquel "Ernesto Ché Guevara" de Moa, Holguín.

(Urbino, 2003)

Durante todo este tiempo de explotación minera en estas zonas no se realiza ningún proceso de rehabilitación ecológica de las áreas devastadas, dejando una herencia medioambiental y social muy deplorable en todo el territorio hasta la década del 70 del mismo Siglo.

En 1962, se abre una planta de níquel en Moa bajo tecnología de proceso ácido para el enriquecimiento del mineral, la Pedro Soto Alba y en 1975 se inaugura otra planta de níquel en Moa, la "Ernesto Che Guevara" (Fig. III.15.), que también emplea un proceso amoniacal.

Con el inicio de la industria minera niquelífera a partir de 1943, se inicia un fuerte proceso de deterioro ambiental, que ocasiona la devastación de importantes ecosistemas naturales, fuerte erosión de los suelos, alta contaminación de las aguas dulce y marino-costeras y alta contaminación de la atmosfera por material particulado proveniente del secado del mineral en las plantas de procesamiento o



Fig. III.16. Así quedó la presa de cola después de cerrada la empresa del níquel de Nicaro.

(Urbino, 2014)

bien por el polvo proveniente de las presas de cola de las plantas de proceso básico por el embate de fuertes vientos sobre dichas colas. Estas presas de cola afectaron extensiones considerables de manglares, como son los casos de la bahía de Levisa (Fig. III.16.) y áreas costeras de Moa.

En 1948 se inicia la rehabilitación de la presa vieja de cola por la Nicaro Company, depositando sobre los residuales un material de rechazo conocido con el nombre de “escarpin”, el cual por un proceso de revegetación espontánea recuperó parte de la vegetación del área (Fig. III. 17). Esta presa se restauró casi totalmente con la plantación de árboles de casuarina en la década de los 80 del Siglo XX, quedando solo 4 ha sin rehabilitar hasta la actualidad.



Fig. III. 17. Presa de cola vieja de Nicaro, casi rehabilitada totalmente, faltando solo 4 ha. Obsérvese un bosque costero totalmente implantado de forma natural.

(Urbino, 2016)

A partir de 1970, se inicia en la región un positivo proceso de “recultivación” (Informe de Recultivación Minera, 1989) de áreas devastadas por la minería en Sierra Cristal y Sierra de Nipe, destacándose los buenos resultados desde el punto de vista forestal (Fig. III.18.).

En esta misma época se inicia la reforestación de Pinares de Mayarí alcanzando un balance muy positivo en cuanto a área boscosa del área, con más del 60 %, lo cual se pudo visualizar hasta el 1995.

Durante toda la anterior etapa se incrementa la actividad agropecuaria, dedicando inclusive áreas al desarrollo de pastos sobre suelo laterítico, como es el caso de la altiplanicie Pinares de Mayarí, decisión incorrecta debido a la baja fertilidad de estos suelos, los cuales tienen una vocación natural para el desarrollo de ecosistemas forestales, en especial el bosque de pino.



Fig. III.18. Área rehabilitada ecológicamente con árboles de *Pino cubensis* en Mina Martí. (Urbino, 2014)

En 1996 se inicia en la anterior región la tala rasa de las plantaciones de pino, lo cual provoca de nuevo un desbalance entre área forestada y área sin bosque, pues dicha tala abarcó grandes extensiones de plantaciones forestales, aunque esta estaba concebida en el plan de ordenamiento forestal del área.

En el 2006 se realiza el Cierre de Mina Martí localizada al Norte de Sierra Cristal (CEPRONIQUEL, 2006) y en el 2011 (CEPRONIQUEL, 2011), se realiza el Cierre de Mina Pinares, localizada en la altiplanicie de Pinares de Mayarí, Sierra de Nipe.

En el 2009, se inicia la rehabilitación de la presa de cola de Nicaro, proceso que obtiene excelentes resultados en el 2015 (Figs. III.19). Este mismo año se inicia de forma experimental la plantación de diversas especies (Fig. III. 20), lo cual es prometedor en la culminación de la rehabilitación de dicha presa de cola. También en esta misma época se inicia en Moa el uso de mantas antierosivas en los diques de la presa de cola de la empresa del níquel “Ernesto Ché Guevara” con buenos resultados (Fig. III.21).



Fig. III.19. Rehabilitación ecológica espontánea de presa de cola, mediante el exitoso método de deposición de capa de marga (caliza) sobre los materiales residuales, Nicaro. (Urbino, 2014)

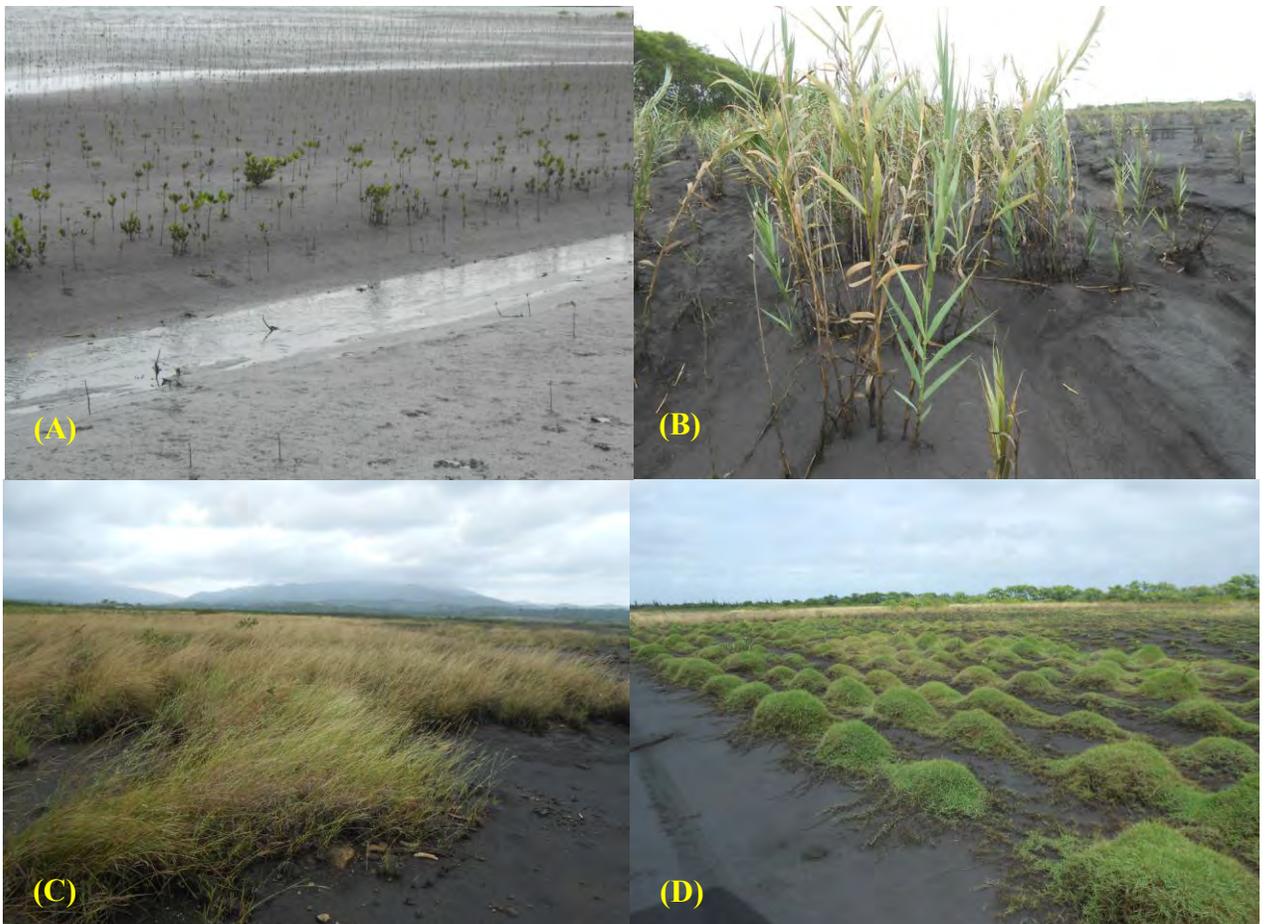


Fig. III. 20. Área experimental en la presa nueva de cola de Nicaro. (A): Plantación de mangle rojo. (B): Plantación con Gynerim. (C): Plantación con gramínea. (D): plantación con zoicea. (Urbino, 2016)



Fig. III.21. Uso de mantas antierosivas para controlar los taludes de las presas de cola, Moa. (Urbino, 2015)

Actualmente se incrementa el ritmo de recuperación de las áreas devastadas por la minería, inclusive hay importantes logros desde el punto de vista forestal, así como en la disminución de los procesos erosivos, no así desde el punto de vista ambiental.

En los últimos años la región ha sufrido los embates de 3 huracanes, el “Ike” en el 2008, el “Sandy” en el 2012 y el “Mathew” en el 2016, lo cual ha provocado los deterioros de los bosques de la región, tanto naturales como artificiales, así como la aceleración de los procesos erosivos en las zonas montañosas.