

VOLUMEN I INTRODUCCIÓN y RESUMEN EJECUTIVO

La Fábrica Dominicana de Cementos (FDC), perteneciente a la Corporación Dominicana de Empresas Estatales (CORDE), inició su actividad en Santo Domingo en 1947, con una producción de 1,750 t/día, y la que se mantuvo hasta 1974, una rentabilidad satisfactoria para las inversiones de este tipo de actividad económica, en países en vías de desarrollo. A partir de 1974, la operación cayó en un estado de pérdidas anuales, decidiéndose, en 1986, el cierre de la cantera de caliche de Santo Domingo y, en consecuencia, suspendiendo también la producción de clinker.

Debido al fuerte incremento anual de la demanda interna de cemento, la FDC inició, en el mes de octubre de 1986, los trabajos de reconocimiento preliminar en distintas áreas de la región sur, para la localización de materias primas destinadas a la elaboración de cemento. Este trabajo consistió de una campaña de perforación de 22 sondeos y otros tipos de exploración detallado en un estudio titulado "Informes Técnicos de Proyecto de Evaluación de Reservas Calizas, Arcillas y Arenas de la Concesión Najayo. A raíz de este estudio, CORDE decidió instalar una nueva cementera, con capacidad de producción de unas 3.000 t/día de clinker, es decir, una producción anual del orden de 1 millón de toneladas de clinker.

Mediante el Programa SYSMIN, financiado por la Unión Europea, el Gobierno de la República Dominicana ha contratado a International Mining Consultants (IMC), a través de su oficina del Ordenador Nacional Lomé IV, para llevar a cabo un estudio Geológico/Minero y de Factibilidad del Proyecto. Los términos de referencia se presentan en el Apéndice I-1.

Los términos de referencia se han llevado a cabo tal como habían sido previstos a pesar de que los objetivos de CORDE han cambiado en el sentido de que ha formado una nueva empresa (Cementos Colón) con socios de Suiza (Holderbank) y Colombia (Cementos del Caribe) para aprovechar el mercado de cemento en la República Dominicana. Por lo tanto, Cementos Colón está más concentrado en la construcción de una planta de molienda de Clinker (actualmente en construcción en la Zona del Estudio) que en la planificación de una planta de cemento integral.

Este documento forma parte del informe final del estudio, el cual consta de lo siguiente:

Volumen I	Introducción y Resumen Ejecutivo
Volumen II	Estudio de Factibilidad
Volumen III	Estudio Técnico - Informe
Volumen IV	Estudio Técnico - Planos
Volumen V	Estudio Técnico - Apéndices
Volumen VI	Estudio de Medioambiente

El objetivo del proyecto es la exploración y la evaluación de las reservas de materia prima para la fabricación de cemento (calizas, arcillas y arenas) existentes en la Concesión de Explotación denominada Najayo, situada en la Provincia de San Cristóbal, a unos 30 kms. al suroeste de Santo Domingo, con el propósito de abastecer la nueva fábrica, durante un periodo mínimo de 40 años.

Dicho objetivo va acompañado de dos estudios, uno de factibilidad para la construcción de la nueva fábrica de cemento, la cual va a remplazar a la antigua de Santo Domingo, y otro sobre el impacto ambiental que provocan las nuevas instalaciones, y en el que se recogen las medidas para paliar estos impactos.

La ejecución de este proyecto ha facilitado los siguientes resultados:

- Evaluación de las reservas de calizas, arenas y arcillas de la zona de Najayo.
- Diseño de las explotaciones a cielo abierto.
- Estudio de impacto ambiental y medidas correctoras.
- Estudio de factibilidad de las instalaciones.

El trabajo se desempeñó en varias fases, todas ellas dentro de un calendario de 18 meses de duración, a partir de su inicio el 1 de mayo de 1997. La mayor parte del trabajo tuvo lugar en las oficinas de IMC en Santo Domingo, y estuvo constituido por un equipo de profesionales internacionales y locales compuesto por los siguientes miembros:

Equipo Núcleo:

Director del Proyecto	Dr. Peter E. Graham
Coordinador del Proyecto	Dr. John A. Knight
Gerente de Exploración	Dr. Lloyd Boardman
Ingeniero Residente	Ing. Edwin García Cocco
Servicios Técnicos	Ing. Hamlet Bergés
Cartografía	Ing. Jesús Rodríguez Reyes
Administradora/Traductora	Lic. Elma Castañón Crespo
Secretaria	Lic. Carmen Núñez López

Especialistas:

Impacto Ambiental	Dr. John Middleton Lic. Ivonne García Ricardo
Geofísica	Ing. Simon Dawson
Mapeo y Modelamiento	Ing. Alan Carmichael
Químico	Dr. David Jefferson
Diseño de Canteras	Ing. Jack Mills
Ingeniería de Planta	Ing. Norman Beumont (WS Atkins)
Economista	Lic. Beata Rosinska (WS Atkins)
Perforación	Ing. David Leigh

El trabajo llevado a cabo siguió un cuidadoso programa específico, el cual está representado en el apéndice I-2 y consiste de las siguientes fases:

Mapeo Topográfico y Geológico:

El propósito de esta fase fue concretar las principales áreas de exploración en la Concesión Najayo, donde se podrían encontrar abundantes recursos naturales para abastecer de materias primas a la nueva fábrica de cemento, y en la que CORDE tiene intereses propios.

Dentro del área de estudio, la topografía preliminar y el mapeo geológico cubrieron una extensión de 20 Km² aproximadamente, contemplando más de 200 observaciones de campo, unos 300 metros lineales de trincheras (para demostrar que existen contactos geológicos), la interpretación de las fotografías aéreas existentes y la recogida de muestras de rocas en superficie para el posterior análisis en el Reino Unido (RU). Esta fase de trabajo concluyó con la elaboración de un mapa geológico de la zona de estudio, a escala 1:20,000.

En función de este mapa a escala 1:20,000 y de las anteriores actividades llevadas a cabo por CORDE, se pudieron diferenciar dos zonas distintas de interés geológico-económico, constituyendo éstas un tema de estudio más profundo. Una de las dos zonas está ubicada al noroeste del área de estudio, y consta de un gran depósito de arcilla, mientras que la otra, está situada al sureste de la zona; donde parece que se concentran los mejores depósitos de caliza.



En las dos zonas de interés se llevaron a cabo mapeos geológicos y topográficos de detalle a escala 1:5,000, con el fin de facilitar más los trabajos de exploración. El trabajo topográfico fue otorgado a especialistas de la empresa dominicana TEYCO, S.A., aportando al área de estudio el arrastre de un punto topográfico, con la finalidad de que se lleguen a conocer exactamente todas las posiciones futuras. A raíz de los planos topográficos elaborados, se llevó a cabo un mapeo geológico de detalle de las dos zonas, destinado a elaborar un conjunto de planos de ubicación y mapas geológicos a escala 1:5,000. En esta fase de trabajo también se contemplaba la realización de varias trincheras.

Paralelamente a la fase del mapeo se perforaron cinco sondeos confirmatorios, a profundidades de 60-70 m. Cada uno estaba destinado a informar sobre la calidad y profundidad de la arcilla y de los depósitos de caliza de las dos zonas correspondientes. Estos sondeos también se utilizaron para evaluar hasta que punto son adecuadas las distintas tecnologías de perforación utilizadas, sobre todo, la de aire comprimido como fluido de perforación. Esta ha sido la primera ocasión en que se ha empleado aire comprimido para la perforación en este tipo de depósito en la República Dominicana. A la empresa GEOCIVIL, S.A., subcontratista dominicana, le fue otorgado el contrato para llevar a cabo esta actividad.

Exploración mediante perforación, excavación de trincheras y geofísica:

Dentro de la fase de exploración de los depósitos de caliza, IMC realizó estudios geofísicos, a fin de conseguir información litológica y estructural como apoyo a los datos geológicos extraídos a raíz del muestreo de superficie, de los sondeos y de las calicatas. Dentro de este programa, se utilizaron dos variantes del registro de resistividad eléctrica: la técnica de

Sondeo Eléctrico Vertical, que dota de información sobre la secuencia geológica, en donde se supone que existe una sucesión de capas paralelas; y la técnica de Imagen Eléctrica, que dota de información sobre el estilo del tramo perpendicular, suponiendo que no varíe substancialmente la estructura en ninguno de los laterales del tramo.



De los dos métodos utilizados se extrajeron resultados que fueron concordantes con la información geológica disponible, y que admitían interpretaciones sobre los espesores de los lentículos de arcilla y arena en los previstos sondeos, sobre los depósitos superficiales, sobre la profundidad del nivel freático, sobre la ubicación de un límite entre arena/conglomerado y una sustancial capa de arcilla y, finalmente, sobre la naturaleza de un límite entre la caliza y el caliche. En total se realizaron 4,950 metros lineales de estudio geofísico.

La prospección geológica constituyó el principio para abordar el programa de perforación detallado. Este contemplaba la perforación de unos 1,600 metros lineales de sondeos de testigos continuos sobre, un modelo de cuadrícula regular de unos 250 metros

aproximadamente. Los sondeos se perforaron utilizando el diámetro PQ y HQ, con técnicas tanto convencionales como de chorro de aire. La recuperación de testigos superó el 90%, con ambos sistemas. Los testigos fueron cuidadosamente registrados y realizado su muestreo para determinar las propiedades químicas y geológicas de las materias primas que sirvieron como base para los cálculos de las reservas y del trabajo de diseño de la cantera.

Cálculo de Reservas y Modelación Geológica:

El volumen de la materia prima ha sido calculado en virtud de que ésta pueda utilizarse para la elaboración de cemento “Portland”, de acuerdo a las normas aceptadas internacionalmente.

Utilizando el paquete informático de modelación SURPAC 2000, se ha llevado a cabo la valoración de reservas, a fin de crear un modelo de bloque tridimensional de la caliza y de los recursos de arcilla en el área de estudio.

La aplicación del sistema SURPAC 2000, ha facilitado la elaboración de una completa base de datos químicos y habiéndose empleado para calcular el volumen y ubicar los recursos, gráfica y cuantitativamente.

El modelo diseñado para la caliza, demuestra que existe un depósito de materia prima calcárea, suficiente como para desarrollar la explotación que cumpla los objetivos de CORDE.

El modelo diseñado para la arcilla, también demuestra que existe un gran depósito de arcilla en el área de estudio, aunque las características de estas no son ideales, dado su alto contenido de humedad y álcalis.

Análisis Químico y Geotécnico:

Durante la ejecución del Proyecto se recogieron varias muestras procedentes de los afloramientos de superficie, trincheras y testigos de los sondeos. Con el propósito de facilitar la tarea para la preparación de las muestras, se construyó un sencillo, pero eficaz, laboratorio en el área de estudio, equipado con un adecuado molino y equipo de muestreo. Se subdividieron las muestras a 200 g, y se enviaron al RU para su análisis mediante Fluorescencia de Rayos-X (XRF). Los resultados obtenidos de estos análisis conllevaron a la realización de otras perforaciones; las mismas formaron la base para el diseño de explotación.

Diseño de Canteras para la Extracción de Materias Primas:



Se ha llevado a cabo el diseño de futuras canteras y de áreas de trabajo, mediante la aplicación de sistemas informáticos avanzados. La parte principal de esta fase de trabajo recoge los programas de producción, el diseño de accesos, las características de los bancos, y las especificaciones para los equipos, así como también proporcionar un programa completo de las operaciones y costes de capital. En base de este estudio se ha establecido que existe unos 57 millones de toneladas de caliza y 13.5 millones de toneladas de arcilla en las zonas de interés seleccionadas.

Estos recursos se pueden explotar con una inversión de US\$9 millones aproximadamente en infraestructura y equipos mineros. El costo operativo sería de US\$1.70 /ton de caliza y US\$ 2.94 /tonelada en el caso de la arcilla.

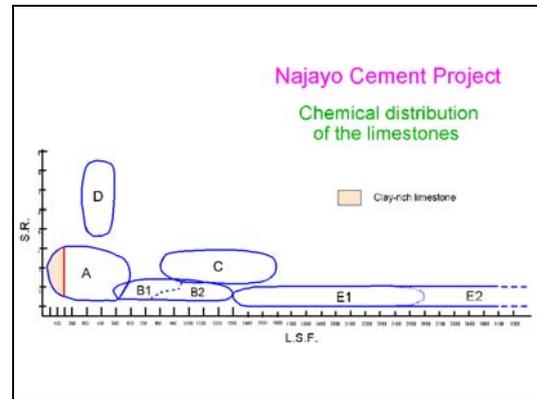
Estudio del Impacto Medioambiental:

La protección ambiental, durante la fase de exploración y ejecución del proyecto, forma uno de los aspectos más importantes del trabajo. El estudio detallado sobre el aire, agua y los elementos del suelo, bajo la normativa internacional más severa, contempla una serie de fases destinadas a valorar el impacto ambiental de las operaciones mineras futuras y de las operaciones en la fábrica de cemento. Con este fin, se prestó especial atención al hecho de asegurar que el impacto social sea positivo sobre las comunidades vecinas, asimismo se proporcionan nuevas pautas de infraestructura, oportunidades de empleo, desarrollo de habilidades, etc..

Diseño del Procesamiento del Cemento:

Dentro del alcance de los trabajos de IMC, también está incluido elaborar el más recomendable o probable diseño de las mezclas de las materias primas, que cumpla con las especificaciones de una fábrica de cemento. Con este fin, todos los resultados de los análisis químicos deberán proporcionar los factores más importantes utilizados para controlar la producción de cemento.

Los factores que se emplean para valorar estos distintos elementos son: “Factor de Saturación de la Cal” (Lime Saturation Factor), el “Coeficiente del Sílice” (Silica Ratio) y el “Coeficiente de Alumina” (Alumina Ratio) En base de estos coeficientes se clasificaron las reservas según siete “Quimiotipos” con el fin de asegurar una alimentación químicamente homogénea a la planta de cemento.



Las características de las materias primas están dentro del rango idóneo para la aplicación del proceso seco para fabricar un cemento Portland. Asimismo se ha especificado el flujo de proceso y el equipo necesario para éste método tomando en cuenta las medidas correctas y necesarias para la arcilla local.

Con el fin de comprobar la validez de las especies de mezclas, se realizó una prueba física en un horno de laboratorio, quemando los componentes de la mezcla ideal para formar un clinker. El análisis microscópico de este clinker confirmó que la elaboración de un cemento Portland es factible utilizando materia prima de la zona.

La mezclas y simulaciones llevadas a cabo completaron la fase de ingeniería del proyecto, y formaron la base para obtener otras estimaciones de costes y capital.

Estudio de Factibilidad de las Operaciones de Explotación y de la Planta:

El producto final del estudio contó con la recopilación de todo el trabajo mencionado previamente, junto con el estudio de viabilidad regido por las normas bancarias. Este estudio detalló la técnica principal, los elementos positivos y económicos que incidirán sobre el proyecto, y las vías de rentabilidad financiera que demuestren que existe la posibilidad de que el proyecto sea rentable durante toda su vida, bajo diferentes circunstancias. También fueron descritos los riesgos ligados a la ejecución del proyecto.

El análisis demostró que el concepto ideal sería una planta que produjera un millón de toneladas anuales, y así, esa capacidad demostraría ser económicamente viable. El estudio de mercado también ha demostrado que se esperara un crecimiento en la demanda del sector cemento. La inversión de capital total (incluyendo la mina) para el proyecto sería de US\$ 240.2 millones. El análisis financiero del proyecto contempla varios casos y escenarios de desarrollo. En el caso preferido, el proyecto demuestra un Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 124.2 millones descontado a una tasa de interés de 10% y US\$ 7.0 millones al 15%. La Tasa

Interna de Retorno (TIR) se ha calculado en un 15.5% (Precios constantes antes de los Impuestos y Finanzas). En términos generales, el propósito de construir una planta de cemento plenamente integrada en el área de Najayo y de utilizar las materias primas de este lugar se considera un concepto realizable y comercialmente sólido.

Otras Actividades:

Durante el periodo de las actividades, se organizaron una serie de seminarios específicos, con la finalidad de dar a conocer el uso de la tecnología en relación con el proyecto. Estos seminarios no sólo estaban destinados al personal clave de CORDE, sino también a otras instituciones interesadas partícipes del Programa SYSMIN.

Se realizaron seminarios sobre las siguientes áreas del proyecto:

- Exploración Geológica y Geofísica
- Sistemas Computerizados para Mapas y Modelos Geológicos
- Planificación y Operación de Canteras
- Fabricación de Cementsos

Dichos seminarios se organizaron para unas 15 personas y tuvieron lugar en las oficinas de IMC en Santo Domingo.



También se llevó a cabo la transferencia de tecnología en el campo con la cooperación de gente rural del área de Najayo. Se proporcionó entrenamiento en áreas claves como en geofísica, muestreo y preparación, calicatas, etc.. Unas 15 personas participaron continuamente con IMC, mientras se realizaban los trabajos de campo.

Agradecimientos:

El ámbito de trabajo ha cubierto el uso de técnicas relativamente nuevas dentro del sector minero de la República Dominicana y, además, el avance logrado representa un resultado bueno. Esto, no sólo ha sido el producto del equipo de consultores de IMC sino que, también,

ha dependido del elevado grado de compromiso y entusiasmo del personal profesional dominicano, que se ha integrado plenamente dentro del equipo, así como del apoyo de CORDE y de la Unidad Técnica de Gestión del programa SYSMIN.

A IMC le gustaría hacer constancia del agradecimiento que siente por la asistencia y soporte proporcionado, en particular a los que han ayudado con su esfuerzo a hacer que este proyecto finalice de manera exitosa:

Arq. Gladys Sánchez , Coordinador CORDE-Lomé IV

Ing. José Peralta, Asesor Técnico de CORDE

Lic. Fernando Carratalá, Lomé IV

Ing. Octavio López, Director General, Dirección General de Minería

Ing Javier Montes, Director UTG

Ing. Manuel Siguenza, UTG

Ing. Juan Gil, Presidente Geocivil S.A.

Ing. Ramón Chaljub, Presidente TEYCO S.A.

Sr. Bernardo Reyes, Presidente Junta de Vecinos - Zona Los Cajules.