

# Resúmenes de Trabajos Dirigidos de Grado Facultad de Minas 1988

## Postgrado Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos

1

### DETERMINACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD EROSIVA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA SANTA ELENA.

Estudiante: Jaime Danilo Duque Martínez

Director: Alvaro Salazar Arias

551.302 D86

#### RESUMEN

La quebrada Santa Isabel drena directamente sus aguas al embalse Troneras ubicado sobre el río Guadalupe. La cuenca de la quebrada sufre un proceso de erosión acelerado y de sedimentación, presentándose: Un levantamiento gradual del lecho de la quebrada, elevación del nivel freático, inundaciones, retención de aguas servidas, deterioro en la infraestructura, ambiente y paisaje en los alrededores cercanos de la zona urbana del municipio de Carolina del Príncipe. En este estudio se aplica una metodología para evaluar cualitativamente la susceptibilidad relativa a la erosión de la cuenca de esta quebrada.

Se utilizaron, principalmente, planos topográficos de la zona de estudio en escala 1:10.000 y fotografías aéreas en escala aproximada 1:28.000 tomadas en 1983. La metodología aplicada incluye consideraciones geomorfológicas e hidrológicas propias de la cuenca.

Se definieron los factores del suelo y el clima que caracterizan la erosión en la cuenca, a saber: La geología, el suelo, la cobertura vegetal, la precipitación y la pendiente. Para cada factor se elaboró por medio de fotointerpretación y reconocimiento de campo un mapa temático en escala 1:10.000. Este incluye la clasificación específica de los distintos estados de cada factor presentes en la cuenca y su clasificación relativa asignada con base en su capacidad de posibilitar o impedir la erosión del suelo. La cuenca se subdividió en cuadrí-

culas de 100 x 100 metros cuadrados. Cada cuadrícula se identificó con sus coordenadas geográficas y se determinó la distribución porcentual de los estados de cada factor. Finalmente, por ensayo y error, se procedió a calibrar tanto los coeficientes de contribución de cada uno de los factores incluidos, como los intervalos asociados al grado de erosión, de tal forma que reprodujeran el estado de erosión relativa presente en la cuenca.

Los coeficientes de contribución obtenidos para describir el estado de erosión relativa son:

$$\text{EROSION} = 0,27 (\text{SUELO, GEOLOGIA}) + 0,51 (\text{COBERTURA VEGETAL}) + \text{RELATIVA}.$$

$$0,05 X (\text{LLUVIA}) + 0,17 X (\text{PENDIENTE})$$

La metodología permite definir la erosión relativa de la cuenca y la contribución porcentual de cada uno de los factores relacionados. Permite también evaluar el beneficio, desde el punto de vista de la erosión relativa, de posibles cambios en los factores y particularmente en la cobertura vegetal.

2

### FORMULACION DE UN MODELO DENDROCRONOLOGICO PARA DOS CUENCAS DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

Estudiante: Luis Fernando Hoyos Osorio

Director: Oscar Mesa Sánchez

551.483 0724 H69

3

### COMPORTAMIENTO HIDROLOGICO Y METEORIZACION QUIMICA EN UNA CUENCA DEL BATOLITO ANTIOQUEÑO.

Estudiante: José Lino Jurado Montaño

Directora: Lilian Posada García

551.49 J 87

## RESUMEN

Se estudiaron la meteorización química y el transporte de sólidos bajo dos escenarios de escorrentía (flujo base y caudales altos) en la cuenca Vega de Juanes, localizada al noreste del Departamento de Antioquia, en la formación geológica conocida como Batolito Antioqueño. Se hicieron muestreos de agua lluvia y de escorrentía entre mayo de 1987 y marzo de 1988, para determinar 19 parámetros físico-químicos.

El flujo base se correlacionó con la precipitación mensual. Los caudales altos de eventos hidrológicos se analizaron con los métodos del hidrograma unitario geomorfoclimático, el índice de infiltración  $\emptyset$  y capacidad de retención de humedad del suelo. Con el análisis de 9 eventos de precipitación se determinó un valor medio de  $\emptyset$  igual a 2.2 cm/h.

Se diferenciaron los iones asociados a eventos de crecientes de los que ocurren en condiciones de flujo base, mediante análisis multivariado (agrupamiento de variables por el Análisis de Componentes Principales).

La tasa anual de meteorización para la silice fue de 364.9 kg/ha/año y en menor magnitud para el calcio, el magnesio, el sodio y el potasio. La composición del agua de escorrentía a la salida de la cuenca refleja la mayor parte de los productos resultantes de la meteorización del material parental. También se compara la tasa de meteorización de la silice con la de otra cuenca de litología similar, resultando la de este estudio 2.2 veces mayor, cuando la tasa se expresa en  $\mu\text{moles de SiO}_2$  por litro de precipitación incidente.

Aplicando un modelo semilogarítmico, se obtuvo una alta correlación entre la conductividad eléctrica del agua y el caudal ( $r = -0.91$ ). Lo mismo ocurre entre la alcalinidad y el caudal ( $r = -0.879$ ). Esto permite hacer predicciones del caudal con base en la alcalinidad y conductividad eléctrica del agua, cuando se hayan determinado las constantes de estos dos modelos.

## 4

### EVALUACION DE CENTRALES DE GENERACION BOMBEZO PARA REGULACION ESTACIONAL EN SISTEMAS FUNDAMENTALMENTE HIDROELECTRICOS

Estudiante: Carlos Alberto Osorno Giraldo

Director: Hernán Darío Ramírez

621.312 134 O76

## RESUMEN

Se presenta una propuesta metodológica para la evaluación económica de la instalación de centrales de generación-bombeo de tipo estacional con aportes hidrológicos naturales, en sistemas básicamente hidroeléctricos. La propuesta se plantea con un nivel apropiado para estudios de factibilidad técnico-económica de proyectos, en el sentido de permitir la comparación entre alternativas de un esquema básico de proyecto, incluyendo la posibilidad de instalar generación-bombeo, y de permitir la optimización de las variables básicas de diseño de la central.

La definición de sistema básicamente hidroeléctrico en este caso, implica que éste presenta excedentes estacionales de energía hidroeléctrica (energía secundaria) la cual será almacenada, mediante la utilización de potencia ociosa del sistema en horas fuera del pico de demanda, para realizar los bombeos al embalse superior de la central de generación-bombeo, y luego será generada fundamentalmente en verano.

El criterio anterior difiere del empleado típicamente en la evaluación (y operación) de las centrales de generación-bombeo, según el cual éstas consumen excesos de energía de base del sistema térmica e hidráulica de filo de agua- para ser generada en las horas de punta; de acuerdo con lo anterior, el beneficio económico de las centrales del tipo de las consideradas aquí, es reportado por la transferencia de energía secundaria de invierno para ser generada como energía firme, fundamentalmente de verano. Para cuantificar dicho beneficio, se han adoptado los costos marginales de generación del sistema, de cada tipo de energía involucrada en la operación de la central. El mayor beneficio de estas centrales se obtiene al considerar demandas desbalanceadas estacionales que maximizan la generación firme de verano y los bombeos de invierno, cuando hay disponibilidad de energía secundaria.

Los mencionados costos marginales son usados a la manera de tarifas para cada tipo de energía aportada y consumida por la central de generación-bombeo; tales energías se obtienen como el resultado de una simulación período a período de la central, capaz de evaluar la energía aportada por ésta, para un nivel de confiabilidad fijado. De esta manera se determinan los beneficios anuales esperados de la operación de la central, los cuales pueden ser confrontados con los costos anuales de inversión, operación y mantenimiento del esquema de proyecto que se esté evaluando.

La simulación de la central se realiza mediante un modelo desarrollado para el efecto, el cual considera el

proyecto aislado pero con restricciones en cuanto a disponibilidad de potencia y energía en el sistema dentro del cual operaría, para realizar los bombeos período a período. La simulación se hace período a período a partir de una serie hidrológica de la fuente aferente del embalse superior, mediante una contabilidad de volúmenes de embalse que liga los períodos simulados; la operación de la central se realiza dando prioridad a la generación y, luego de cumplida la meta, realizando bombeos con restricciones operacionales, físicas y del sistema. El embalse es operado mediante la técnica de Curva de Alerta, respecto a la cual la Regla Normal de Operación es un caso particular. No se simulan oscilaciones ni disponibilidades de agua en el embalse inferior.

La optimización de los parámetros básicos de diseño, así como de la operación estacional, de la central, se realiza por medio de un método de búsqueda alrededor de óptimos locales mostrados por la llamada Optimización Paramétrica.

La metodología propuesta se aplica al proyecto Nechí, de las Empresas Públicas de Medellín, el cual utiliza el desnivel existente entre los ríos Nechí y Cauca, en el sitio Puerto Valdivia, al norte del departamento de Antioquia; en el caso de la instalación de generación-bombeo, el río Cauca haría las veces de embalse inferior puesto que, dada su magnitud, no ofrece restricciones en cuanto a disponibilidad de agua para ser bombeada al embalse del proyecto, sobre el río Nechí (embalse superior). Esta aplicación utiliza estimativos muy burdos del sobrecosto por instalar generación-bombeo en el proyecto convencional (generación exclusivamente), el cual cuenta con estudios terminados de factibilidad técnico-económica.

Optimizados los proyectos convencional y considerando generación-bombeo, el primero sería económicamente superior al segundo, bajo las suposiciones y simplificaciones que se detallan en este informe; sin embargo, la instalación de generación-bombeo reportará importantes beneficios energéticos que, mediante el refinamiento de la cuantificación de los costos de dicha instalación, podrían resultar económicamente atractivos.

## 5

### EL FENOMENO DE HURST

Estudiante: Germán Poveda Jaramillo  
Director: Oscar Mesa Sánchez  
551.480 724 P69

### RESUMEN

Se presenta una revisión de la investigación desarrollada en torno al llamado "Fenómeno de Hurst" en las series de tiempo geofísicas. Por una parte se hace un recuento de las teorías que se han postulado para tratar de explicar su origen, que se dividen en tres grupos. El primero se refiere a la estructura de correlación de los procesos geofísicos, entre ellas: la persistencia, la memoria markoviana y la memoria infinita. El segundo atribuye el origen del fenómeno a un comportamiento transitorio pre-asintótico del Rango Ajustado Reescalado, que por efectos de enfoque se ha dividido aquí en pre-asintótico estadístico y pre-asintótico físico. Y el tercero atribuye la existencia del fenómeno a la no estacionariedad en la media de los procesos naturales. Por otra parte se incluyen otros temas relacionados con el estudio del fenómeno en relación con el diseño de la capacidad de almacenamiento de embalses, y su existencia en flujos turbulentos.

Como objetivo central de este trabajo se examina una hipótesis novedosa: la existencia del fenómeno de Hurst como resultado de una estimación incorrecta del coeficiente  $h$  de Hurst. Con este propósito se han seguido dos líneas de trabajo. Con la primera se evalúan los estimadores de  $h$  que se han presentado en la literatura, utilizando para ello el modelo no estacionario diseñado por Battacharya et al (1983), el cual permite conocer a priori el valor asintótico de  $h$ . Los resultados obtenidos con los experimentos de simulación permiten confirmar la hipótesis del fenómeno de Hurst como un efecto pre-asintótico, mediante la utilización de un estimador de  $h$  que se ha propuesto aquí.

La segunda línea de trabajo se basa en una definición estadística más rigurosa del fenómeno de Hurst, basada en los resultados del teorema funcional del límite central, con el objeto de efectuar pruebas de hipótesis sobre el tipo de convergencia que señala la teoría. Para ello se ha desarrollado un método que permite definir de una manera irrefutable si una serie cronológica de registros geofísicos exhibe el fenómeno de Hurst para el número de observaciones disponibles. Tal método se basa en la construcción de los aquí diseñados "diagramas GEOS" ( $R_n^{**}/n^{0.5}$  vs.  $n$ ) de cada una de las series y contrastarlos con la distribución asintótica de  $R_n^{**}/n^{0.5}$  del modelo ARMA ( $p, q$ ) ajustado a la serie. En caso de observar un comportamiento de convergencia hacia los valores asintóticos de la distribución se debe rechazar la existencia del fenómeno de Hurst en tal serie. En caso contrario debe examinarse el comportamiento de  $R_n^{**}/n^h$  con  $h \neq 0.5$ , siendo  $h$  el estimador del coeficiente de Hurst definido

como la pendiente mínima-cuadrática de la regresión  $\log R_n^{**}$  vs.  $\log n$ . Si se observa convergencia de esta última, es posible aceptar la existencia del fenómeno de Hurst en esa serie geofísica.

A través de los resultados obtenidos con esta segunda línea de trabajo se concluye que una gran cantidad de series extensas de registros geofísicos no presentan el fenómeno de Hurst, en el sentido que se observa la convergencia de  $R_n^{**}/n^{0.5}$  hacia su distribución asintótica. Además tales series presentan un coeficiente de Hurst que no difiere de 0,5 si se estima en la forma en que lo formuló Siddiqui (1976).

## 6

### PREDICCIÓN DE CAUDALES DIARIOS Y SEMANALES MEDIANTE MODELOS PROBABILÍSTICOS

Estudiante: Jorge Eduardo Rodríguez Amaya  
Director: Luis Fernando Múnera  
551.480 724 R63

#### RESUMEN

En la planeación de la operación de sistemas de recursos hidráulicos, se emplean modelos matemáticos que representan el comportamiento del sistema estudiado. Para la adecuada utilización de éstos, se requiere disponer de estimativos de algunas variables, entre ellas los caudales de los ríos incluidos en el modelo.

Debido a la forma como se han implementado estos modelos en el Sector Eléctrico Colombiano, se requiere de pronósticos mensuales, semanales y diarios para todos los ríos del sistema de generación hidroeléctrica.

Se presenta en este trabajo un conjunto de modelos determinísticos y probabilísticos, tendientes a resolver el problema de estimación puntual de caudales (pronóstico) diarios y semanales, para efectos de operación de proyectos de suministro de agua en general.

Se plantea en el capítulo 2, cuáles son algunas de las condiciones básicas que se debe tener presentes para seleccionar la información histórica, con la cual se adelantará la calibración de los diferentes modelos que se utilicen.

En el capítulo 3, se presenta un esquema de organización de la información histórica recolectada, que permita su rápido y eficiente manejo. Se presenta también una metodología determinística y de fácil implementa-

ción, para validar la información básica y efectuar relleno de datos cuando se detecten inconsistencias o faltantes en los datos fuente.

En el capítulo 4, se propone la metodología estadística y un esquema de descomposición temporal y muestral de la información histórica, la cual es requerida para una adecuada caracterización de las series bajo estudio. Con base en los resultados de esta caracterización, se determinan las propiedades fundamentales de cada una de las series y se infiere qué tipo de modelo resulta más adecuado para la predicción. Se fijan también los valores de los parámetros que posteriormente indicaran si el modelo es adecuado.

En el capítulo 5, se menciona el fundamento de varios enfoques estocásticos que tradicionalmente se han utilizado para resolver este tipo de problema, los modelos ARMA y ARIMA, y adicionalmente se proponen algunos modelos de pronóstico de tipo: tanto determinístico como probabilístico con el mismo objetivo. Los modelos propuestos, si bien tienen una característica heurística, también tienen una importante relación física con el fenómeno estudiado y presentan la particularidad de no exigir a las variables bajo estudio el que éstas sean gausianas.

El capítulo 6, contiene una propuesta metodológica de cómo evaluar la calidad de los resultados obtenidos por los diferentes modelos que se formulen; allí se indica cuáles son los criterios fundamentales del ambiente operativo en los cuales tiene aplicación el empleo de los modelos. Con base en estos criterios se puede establecer cuál de ellos responde en mejor forma desde el punto de vista estadístico y del objetivo trazado.

Los resultados de las evaluaciones efectuadas sobre una muestra de control, correspondientes a las metodologías analizadas, se presentan en los capítulos 7 y 8.

## 7

### MODELO DE SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO VEGETAL

Estudiante: Luis Carlos Rubiano Ortegón  
Director: Ricardo Smith Quintero  
333.79 R81

#### RESUMEN

La carencia de fuentes de energía en algunas regiones, bien sea por condiciones geográficas, económicas y/o técnicas crean las necesidades de buscar nuevas al-

ternativas para suprir esta deficiencia. La biomasa vegetal se plantea entonces como un mecanismo de posible solución a este problema; el adoptar la biomasa como fuente energética requiere de un previo estudio de factibilidad económica. Esta evaluación debe considerar tanto los costos de producción y de transformación de la materia vegetal así como los beneficios esperados bajo condiciones climatológicas y agrológicas reinantes en una región determinada.

El conocimiento de los niveles de producción esperada (beneficios) se pueden determinar a través de granjas experimentales, lo cual requiere de grandes inversiones económicas, otra forma alterna mucho más económica es la modelación matemática del crecimiento de los cultivos. Esta última metodología es el objetivo del presente estudio y para su desarrollo se subdividió en dos partes principales dependiendo del grado de satisfacción hídrica a que se pueden someter los cultivos: sin o con restricción en la disponibilidad del agua.

El modelo de evapotranspiración (ET) y crecimiento sin restricciones hídricas es básicamente el desarrollado por Norero (1973), el cual involucra variables climatológicas, del suelo y del cultivo.

El segundo modelo implementado (con restricciones hídricas) considera el balance hídrico en la columna de suelo, en el cual los aportes al sistema provienen de la infiltración del agua precipitada y las salidas son la ET real y la percolación profunda. El modelo de balance hídrico del suelo posee una componente determinística (ET real y percolación) y una aleatoria (volumen de infiltración y contenido de humedad del suelo).

La capacidad de infiltración y la tasa de percolación para un contenido de humedad del suelo son modeladas de acuerdo a las relaciones desarrolladas por Eagleson (1978c). La ET real, cuando el suministro de agua al cultivo se hace insuficiente, se calculó por medio de la expresión experimental obtenida por Noreno (1982) que relaciona la ET real con el potencial hídrico del suelo.

La estructura probabilística del volumen de agua infiltrada durante una tormenta se deriva a partir de las funciones de distribución de la intensidad y duración de la lluvia de acuerdo al modelo descrito por Eagleson (1978a). La función de densidad de probabilidades del contenido de humedad del suelo se considera como la combinación de un modelo matemático determinístico (ET real y percolación) que describe el proceso de agotamiento de la humedad y la descripción probabilística de la entrada aleatoria (volumen infiltrado) a la colum-

na de suelo. El comportamiento de la humedad del suelo es representado por un proceso markoviano.

Dado que el contenido de humedad del suelo al inicio del período de desarrollo del cultivo presenta un carácter aleatorio, su estructura probabilística se ajustó a una función de distribución Beta, para así finalmente obtener el valor esperado de la ET y crecimiento real.

Para la aplicación de estos modelos se tuvo en cuenta que la región seleccionada contara con los registros climatológicos necesarios para su implementación. El período de desarrollo del pasto alemán (especie vegetal seleccionada), se ha estimado en 90 días, de acuerdo a los trabajos realizados en Venezuela (Norero 1985), lográndose de esta forma cuatro cortes al año. Con el fin de conocer el ciclo anual de mayores rendimientos de acuerdo a la época de inicio del desarrollo, se establecieron cuatro fechas de iniciación.

De estos ciclos anuales, el que mayores rendimientos presentó bajo condiciones en que no existen restricciones hídricas al cultivo, corresponde al que inicia en febrero 15; a nivel individual los períodos más eficientes corresponden a los comprendidos durante los tres primeros meses del año.

La producción real esperada de biomasa al año, una vez considerado el carácter aleatorio del volumen de infiltración y de la humedad del suelo al inicio de cada período de desarrollo, alcanzó su máximo rendimiento en el ciclo 1 (inicio enero 05). Individualmente los períodos de desarrollo con mayor producción de biomasa corresponden a aquellos que coincidieron con los meses de mayor precipitación.

La producción esperada en estos períodos fue de  $600 \text{ g/m}^2$  (3.7 Tn/Ha), valor que representa el 44% de la producción potencial. Este porcentaje establece que durante ningún período de desarrollo se contó con la precipitación suficiente para la plena satisfacción hídrica de los cultivos y los déficit a nivel anual superiores a los  $2.000 \text{ m}^3$  por hectárea e inferiores a los  $3.500 \text{ m}^3/\text{Ha}$ .

En cuanto a la producción energética anualmente se podría esperar un promedio de 62.000 Kw-Hr/Ha, encontrándose una variación cercana al 30% entre el ciclo de mayor producción y el de menor.

## CRITERIOS DE OPTIMIZACION DE LOS PARAMETROS BASICOS DE UN PROYECTO HIDROELECTRICO.

Estudiante: Gloria Stella Villa P.

Director: Carlos Saldarriaga T.

621.312134 V45

### RESUMEN

El objetivo central de este trabajo es desarrollar una metodología y definir criterios para evaluar y optimizar los parámetros básicos relacionados con el esquema de desarrollo y con la producción energética de un proyecto hidroeléctrico, de tal manera que se maximicen los beneficios netos del aprovechamiento. Se define como parámetros básicos aquéllos que determinan los costos y los beneficios del proyecto, es decir, el volumen útil y el caudal de diseño.

La metodología utiliza como herramienta un modelo matemático para realizar la simulación de la operación aislada del aprovechamiento y obtener los beneficios energéticos y económicos para cada alternativa de desarrollo. La simulación de la operación del embalse se hace mediante la regla de operación normal y utiliza unos factores de operación, característicos de cada aprovechamiento, los cuales se optimizan como función de las afluencias hidrológicas, el volumen de almacenamiento del embalse y los beneficios netos.

Dicho modelo requiere como información básica los aportes hidrológicos al embalse, las características físicas del aprovechamiento, información de costos, y factores que representen la política de operación del embalse y los costos marginales de la producción energética.

La evaluación de la simulación se realiza mediante índices probabilísticos. El más representativo de estos índices es la confiabilidad crítica, es decir, aquella asociada al mes con mayor probabilidad de suceder en racionamiento. En la evaluación energética y económica de este trabajo se consideró adecuado un valor de 95% para este índice.

Los costos y presupuestos son datos de importancia básica en la evaluación económica de los aprovechamientos, pero como su elaboración no es objeto de este trabajo, se adoptaron aquellos usados por las entidades del sector eléctrico colombiano.

El modelo no dispone de un algoritmo de optimización como tal, es necesario que el usuario explore re-

sultados en términos de beneficios de alternativas ingenierilmente viables. La metodología de optimización se compone de dos partes: evaluación técnica y optimización económica. La optimización técnica se hace con base en la producción energética; la optimización económica tiene como función objetivo la maximización de los beneficios netos, como variables de decisión los parámetros básicos del aprovechamiento (volumen útil y caudal de diseño) y como restricciones las limitaciones físicas y operacionales del mismo. Se explora un amplio rango de variación de los parámetros a optimizar y finalmente se selecciona aquel valor para el cual son máximos los beneficios netos del aprovechamiento.

La metodología fue aplicada a tres proyectos hidroeléctricos con estudios de factibilidad terminada que se consideraron representativos: el Proyecto Fonce localizado sobre el río Fonce en el departamento de Santander, el cual es un desarrollo a filo de agua; el Proyecto Ituango localizado sobre el río Cauca en el departamento de Antioquia, también es un desarrollo a filo de agua pero su operación se realiza en cadena con el proyecto Cañafisto; y el Proyecto Neme localizado sobre el río Saldaña al sur del departamento del Tolima, es un desarrollo con embalse regulador.

## POSTGRADO CIENCIA Y TECNICA DEL CARBON

### EFFECTO DE LOS ACIDOS HUMICOS OBTENIDOS DE ALGUNOS CARBONES COLOMBIANOS, SOBRE LA SOLUBILIZACION DE LA ROCA FOSFORICA BENEFICIADA DE SARDINATA (NORTE DE SANTANDER)

Estudiante: Juan María Torres Caicedo

Director: Helda Aranda de López

662.623 T67

### RESUMEN

En la presente investigación se estudia el efecto de los ácidos húmicos (AH) obtenidos de algunos carbones colombianos, mediante una oxidación controlada con ácido nítrico, sobre la solubilización de la roca fosfórica (Rf) beneficiada de Sardinata (Norte de Santander), con el fin de contribuir al estudio de la transformación de carbones colombianos, de bajo rango, en productos de aplicación diferente a las convencionales.

Se utiliza, por lo tanto, tres muestras de carbón procedentes del Cerrejón y Norte de Santander (La Artillería y Torteros I), las cuales fueron previamente molidas, tamizadas, caracterizadas y preoxidadas a temperaturas entre 150 a 180°C. Posteriormente, la muestra de carbón del Cerrejón fue sometida a una oxidación controlada con ácido nítrico empleando diferentes concentraciones del mismo (20, 30 y 58% en peso), variadas relaciones en peso HNO<sub>3</sub>/carbón (1:1, 2:1 y 3:1) y diferentes tiempos de reacción (1, 2 y 3 h), con el fin de optimizar las variables dependientes más representativas y cuantificables en los AH obtenidos (rendimiento, relación C/N y capacidad de intercambio catiónico).

Mediante un programa estadístico se seleccionaron los niveles óptimos de las variables independientes:

- Concentración del ácido nítrico: 58%.
- Relación ácido nítrico/carbón: 3 a 1.
- Tiempo de reacción: 1 hora.

Con estos niveles se obtuvieron AH a partir de las diferentes muestras de carbón, los cuales fueron posteriormente caracterizados.

Por otra parte, la muestra de la RF fue molida para que el 90% pasara la malla 100 ASTM, caracterizada y sometida a ensayos de solubilización (medidos en términos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asimilable) en soluciones acuosas de pH 5.0 y 6.5.

Posteriormente, se realizaron ensayos de solubilización de la RF con los diferentes AH obtenidos, teniendo en cuenta los siguientes factores y niveles:

- Relación RF/AH (1:1, 2:1, 4:1 y 6:1).
- pH de la solución inicial de AH (5.0 y 6.5).
- Tiempo de curado (1,4 y 7 días).

Los resultados obtenidos indican que:

- Las características físico químicas de los AH obtenidos son muy similares a los nativos del suelo.
- Los carbones de más baja relación C/H (Torteros I) dan AH de las mejores características físico químicas, los cuales solubilizan mejor la RF.
- Los AH mejoran la solubilización de la RF. Dicho efecto aumenta con el incremento de la cantidad de AH presentes en la solución y es mayor a pH 5.0, no obteniéndose un incremento marcado en la solubilización con tiempos mayores de un día de curado.

## INGENIERIA ADMINISTRATIVA

### 10

#### BASES PARA UN PROYECTO DE VIVIENDA

Estudiante: Luis Fernando Gallego Palau

Director: Diego Germán Arango Muñoz  
338.4 G15

#### RESUMEN

Desarrollar proyectos de vivienda es una actividad interdisciplinaria que requiere de un administrador para coordinar las diferentes áreas que intervienen en ella.

Es necesario, además de desarrollar las labores de administración tales como manejo financiero y contable, dirección del personal y coordinación de los diferentes profesionales que intervienen, conocer paso a paso los trámites y requisitos exigidos por las entidades que regulan la actividad constructora en nuestro medio.

Se conoce de una gran cantidad de empresas constructoras que teniendo una gran solvencia técnica adolecen de una buena ordenación en cuanto a los pasos a seguir para planear y ejecutar un proyecto de vivienda, se observa cómo algunas de estas empresas ven mermados sustancialmente sus ingresos al avanzar en proyectos que más tarde deben ser variados debido a fallas bien en los diseños, costos y normas o bien en el aspecto de su mercadeo.

Una herramienta que está siendo utilizada por las empresas dedicadas a la construcción con el fin de evaluar sus proyectos es la que se conoce con el nombre de prefactibilidad económica. Esta consta de unos supuestos de diseño, costos, ventas, financieros y con base en éstos, de un cálculo de la utilidad que supuestamente se obtendrá. Nos permite hacer análisis de sensibilidad de cada uno de los supuestos y esto es fundamental para la toma de decisiones que conllevan el factor riesgo por incertidumbre de mercado, por estar en un medio de economía inflacionaria y socialmente frágil.

Para iniciar el análisis de factibilidad de un proyecto de vivienda se debe partir de una necesidad sentida en un medio específico y para analizarla se hace lo que se llama un estudio de mercado.

Se pretende entregar un plan de actividades, el cual es vigente hoy, que ayude al administrador dedicado a este sector de la industria a organizar su trabajo de

acuerdo al orden requerido para una correcta toma de decisiones y además se propone una lista para control de actividades referentes a los trámites exigidos por las entidades municipales en la ciudad de Medellín.

Se describe en forma general las actividades que desarrolla cada una de las disciplinas que participa en la ejecución de un proyecto de vivienda.

## 11 SOCIEDADES DE COMERCIALIZACION INTERNACIONAL

Estudiantes: Olga Rocío Garcés Arcila, Olga C. Gómez Echeverri y Sol Mary Echeverry Palacio  
Directora: Luz Angela Villegas de Vélez  
382 G17

### RESUMEN

A medida que nos aproximamos al siglo XXI verificamos que hay una preocupación creciente en diferentes países por identificar las características futuras que tendrá la economía internacional y cuáles serán los mecanismos más eficientes para penetrar los mercados externos.

Un país (Japón) ha llamado la atención en los últimos 30 años, ya que ha demostrado que con una escasa superficie y sin recursos naturales se puede alcanzar un elevado grado de desarrollo industrial y crecimiento económico.

Paralelamente al Japón e influenciados por él, otros países también del sudeste asiático, como Corea, Hong Kong, Taiwan y Singapur que se encuentran en circunstancias similares, también son admirados por su acelerado crecimiento económico.

El sudeste asiático en los últimos cuarenta años ha sido la región más dinámica del mundo y por ello muchos, especialmente el mundo occidental, se preguntan e indagan continuamente acerca de las razones de este fenomenal despegue de los países asiáticos, de este análisis han surgido numerosas razones explicativas, algunas de las cuales son conocidas por el mundo occidental, en tanto que otras son originales de la cultura oriental.

Algunos factores que han sido identificados como importantes son: La cooperación integral entre el estado y el sector privado, la estabilidad y flexibilidad de

las políticas gubernamentales, el grado de prioridad que se le da al sector comercio exterior y el espíritu innovador y de cooperación de los orientales.

Gracias a la presencia de los factores antes mencionados, en el sudeste asiático y en particular en el Japón se ha posibilitado la aparición de una institución que ha jugado un papel clave en su desarrollo, la cual es conocida como 'Sogo Shosha' o General Trading Company.

La Trading desempeña básicamente funciones esenciales. Una es la de actuar como intermediario comercial, trabajando entre alguien que busca un producto y aquél que puede abastecerlo, suministrando servicios para facilitar la movilización del producto. La otra tarea es la de extensión lógica de este papel, es decir, desarrollar un flujo comercial al realizar varias actividades que aumenten el abastecimiento de productos y creen una demanda adicional como son: financiamiento, absorción de riesgos, desarrollo de recursos, comercio entre terceros, organización, inversión y suministro de información.

Las empresas comercializadoras han adquirido también un desarrollo importante en Europa Occidental como instrumento de desarrollo, adquiriendo su mejor expresión en Gran Bretaña.

Estados Unidos de América se ha preocupado con el déficit creciente de su balanza comercial y ha introducido medidas de fomento a las exportaciones y específicamente en 1982 creó la legislación para el desarrollo de las Trading.

Los países en desarrollo por su parte han visto en las trading un mecanismo potencialmente valioso para implementar su estrategia de desarrollo de las exportaciones.

En el caso de América Latina, a comienzos de la década del 70, se empezó a materializar una política de fomento a las Tradings Companies, que venía experimentando ya un desarrollo espontáneo limitado, en la segunda mitad de la década del 60, como consecuencia de la política de promoción de exportaciones.

México en 1971 y Brasil en 1972 tomaron pionera mente la iniciativa de instituir una legislación específica para el tratamiento de estas empresas.

México ha enfatizado en el concepto de consorcio de exportación, en tanto que Brasil ha perfeccionado el de trading y ha presentado la mayor dinámica del sector exportador frente a los demás países de América Latina.

Los ejemplos de estos dos países, fueron seguidos por Colombia (1979), Perú (1984) y Argentina (1985).

En Colombia en particular, objeto de nuestro estudio, este modelo ha venido perfeccionándose desde su creación y puede considerarse como un sistema en formación y desarrollo que ha ido adaptándose a las condiciones locales y que puede tener un papel importante a cumplir en el desarrollo de las exportaciones, siempre que se corrijan oportunamente las imperfecciones y prevalezca un clima apropiado, políticas y prioridades para el comercio exterior.

## 12

### ANALISIS AJUSTADO SIN EFECTO INFLACIONARIO DE INSTITUCIONES FINANCIERAS

Estudiantes: Martha María Hernández Sánchez y Claudia María Ángel Agudelo.

Director: Fernando Pérez Arango  
658 152 H37

#### RESUMEN

El balance tradicional expone en forma totalmente errónea el resultado de la estructura financiera de la empresa, porque no tiene en cuenta los cambios en el poder adquisitivo de la moneda haciendo que la administración tome decisiones equívocas como por ejemplo, la distribución de dividendos sobre utilidades ficticias. Para solucionar estos problemas las empresas deben actualizar los balances.

En este trabajo se aplica el modelo de ajuste por inflación a la información contable del Banco Comercial Antioqueño y la Corporación Financiera Nacional con el fin de analizar los efectos causados por ésta, para el período comprendido entre 1975 y 1985.

Para hacer un análisis más profundo de la estructura financiera a corto y largo plazo se utilizan el modelo estático y dinámico.

Los resultados obtenidos muestran cómo en los balances actualizados ocurren cambios en la composición del patrimonio neto, los resultados acumulados y en el resultado del período. En general no hay diferencias significativas en los restantes rubros.

Después de aplicar los modelos estáticos y dinámicos se concluye que las instituciones financieras analizadas se vieron afectadas por la crisis económica por la

que atravesó el país y por el mal manejo administrativo al que han sido sometidas; esto se aprecia principalmente en el incremento considerable de las deudas de dudoso recaudo y en los bajos índices de rentabilidad entre otros.

## 13

### INVESTIGACION SOBRE LOS MOTIVADORES DE LOS PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SECCIONAL MEDELLIN

Estudiantes: Luz Dary Quintero B. y Matilde Henao S.

Director: Hernán Saldarriaga A.  
658.314 U74

#### RESUMEN

El presente estudio constituye un análisis de los factores motivacionales de los profesores de tiempo completo y dedicación exclusiva, vinculados a la Universidad Nacional de Colombia, hasta el año de 1986.

Las autoras definen algunas de las teorías que sobre motivación existen, basándose para el estudio en tres de ellas. También se evalúa en los elementos estudiados, aspectos tales como: lo que la Universidad brinda a los profesores en lo que a motivación se refiere, lo que los profesores consideran que hace falta para una buena motivación por parte de la Universidad, la importancia que tiene para los profesores estar vinculados a la Universidad Nacional y el nivel de satisfacción de ellos al laborar en dicha institución, además, de otros aspectos inherentes a los factores de motivación de las personas.

La investigación desarrollada a los profesores que conforman el grupo de estudio, por medio de un muestreo estadístico, indica, la satisfacción que sienten los profesores al estar prestando sus servicios a la comunidad universitaria; lo importante que es para ellos estar vinculados a la Universidad Nacional, considerando que es la mejor y más importante del país; y las necesidades que la Universidad satisface a los docentes, al igual que aquéllas donde las directivas debieran prestar gran atención, pues, todavía se siguen presentando e impiden la buena labor de los profesores.

Es, en síntesis el primer paso para que se le preste mayor atención al aspecto motivacional de los profesores, para que den un mejor rendimiento en su labor do-

cente y por consiguiente se beneficie el estudiante, para que de esta manera la imagen de la Universidad mejore día a día y se pueda afrontar los retos de la sociedad del mañana.

14

## ANALISIS DE LA ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE RESTAURANTES INDUSTRIALES LTDA.

Estudiante: Raúl Alberto Mejía Guzmán

Director: Vladimir Gómez  
658.402 M34

15

## ANALISIS DE LA CRISIS DEL SECTOR FINANCIERO EN LA DECADA DEL 80

Estudiantes: Gloria Patricia Ramírez Varela y Juan Fernando Vásquez Velásquez

Directora: Luz Angela Villegas de Vélez  
330.9 R15

### RESUMEN

El sistema financiero colombiano durante las décadas del 70 y principios del 80 presentó una elevada tasa de crecimiento con relación a otros sectores de la economía. Uno de los índices más representativos lo constituye el rápido aumento de sucursales y agencias. Crecimiento similar tuvieron las principales cuentas de los balances bancarios.

La participación en el Producto Interno Bruto, PIB, aumentó en mayor proporción que la participación de otros sectores, lo que para un país es perjudicial por ser un sector improductivo, lo cual demuestra que parte del crecimiento corresponde a manipulaciones crediticio-monetarias.

Frente al auge del sector externo entre 1975 y 1980, las reservas internacionales y bajo el concepto de que este fenómeno era temporal, la política económica se volcó hacia medidas de estabilización y control del crecimiento de los medios de pago. Durante este período los establecimientos bancarios innovaron prácticas para solucionar las necesidades de recursos, evitando los controles de ciertas actividades tales como las captaciones por sección fiduciaria y las ventas de cartera.

La explosión abierta de una profunda crisis de liquidez e insolvencia que puso en peligro la estabilidad del sistema financiero internacional, se empezó a manifestar en Colombia con una baja del volumen de precios en las exportaciones, dando comienzo a la peor y más prolongada crisis de la economía colombiana.

La restricción monetaria, un alto ritmo de inflación junto con la recesión económica, fueron las condiciones óptimas para que se diera el crecimiento acelerado del mercado extrabancario y además llevó a que la banca perdiera competitividad en el mercado financiero. La presión sobre las tasas de interés hizo que el gobierno promoviera las operaciones de mercado abierto a través de los títulos de participación que tenían rendimientos superiores, los cuales se convirtieron en los más grandes competidores del mercado financiero.

Las primeras manifestaciones de la crisis se conocieron con los problemas del Grupo Grancolombiano, el Banco Nacional y la intervención de más de una docena de instituciones financieras. Estas por medio de la especulación en las bolsas de valores para obtener el control de otras empresas y otras prácticas poco ortodoxas causaron el pánico de ahorradores e inversionistas que buscaban recuperar su capital.

El menor ritmo de actividad económica, las altas tasas de interés, el déficit fiscal y la gestión administrativa fueron factores que obligaron el incumplimiento en los pagos, por parte de los estamentos oficiales y privados al sector financiero, ocasionando el alto crecimiento de los activos improductivos.

La evolución del desempeño financiero de los bancos lo podemos observar en los siguientes índices:

Año	Rentabilidad Patrimonial	U.T. Rec. Int.	MgF Rec. Int.	Calidad Cartera
1980	21,61	2,49	7,58	2,49
1981	18,13	2,02	7,32	2,98
1982	12,06	1,33	6,49	4,23
1983	7,84	0,86	6,21	6,95
1984	3,94	0,41	4,19	8,58
1985	-3,87	- 0,38	4,27	9,29

Rentabilidad Patrimonial = Utilidad/Patrimonio Total.  
Calidad Cartera = Cartera Vencida/Total Cartera

U. T. = Utilidad Total

Rec. Int. = Recursos Intermediados

MgF = Margen Financiero

El deterioro de la rentabilidad bancaria tuvo su raíz en la crisis de generación de utilidades, afectadas por el

crecimiento de los activos improductivos y el mayor costo de riesgo debido al aumento de la cartera morosa y de difícil cobro y al poco dinamismo de los recursos en moneda extranjera intermediados.

A partir de 1982 el gobierno siguió la estrategia del Fondo Monetario Internacional, FMI, adoptó una política dirigida a reducir el déficit fiscal y su financiamiento monetario, acelerar el ritmo de la devaluación con el fin de recuperar la competitividad de las exportaciones y mantener un manejo restrictivo de la oferta monetaria.

Al presentarse los escándalos financieros se debe tener en cuenta que dicho sector es el encargado de transferir fondos de personas naturales o jurídicas con excesos de liquidez, para atender las necesidades de capital de trabajo e inversiones de otras entidades, es por esto que la crisis económica afectó al sector manufacturero industrial.

El proceso de recuperación del sistema financiero se formuló sobre la base de permitirle al estado la intervención en cualquier entidad financiera con el recurso de la nacionalización, otorgado por el artículo 4o. del Decreto 2920 de 1982, que dicta normas para asegurar la confianza del público en el sistema financiero.

Para favorecer los pequeños ahorradores y depositantes de bancos y otras entidades intervenidas, el gobierno expidió el decreto 2527 de 1982, procedimiento que constituyó un mecanismo de seguro de depósitos para los ahorradores y el cual rige en otros países.

Con la expedición de la ley 117 de 1985, el gobierno formalizó un instrumento de apoyo directo a la actividad financiera, utilizado con el propósito de reordenar el sistema: el Fondo Nacional de Garantías de Instituciones Financieras, con el objetivo primordial de otorgarle protección a los ahorros del público y acreedores del sistema, buscando preservar el equilibrio y equidad económica e impidiendo injustificados beneficios de los accionistas y administradores.

Para que el sector financiero logre un crecimiento acorde con la economía colombiana y que permita un desarrollo de los demás sectores, debe lograr una mejora sustancial en los siguientes aspectos: Rentabilidad estructural, crecimiento económico sostenido, modernización de la administración, nuevos servicios y mercados, mayor ortodoxia general en el otorgamiento de créditos, internacionalización de la banca y modernización de la Superintendencia Bancaria.

## 16

### EL UPAC Y LA FINANCIACION DE VIVIENDA POPULAR EN COLOMBIA

Estudiantes: Marfa Beatriz Valencia Barrera y Luis Javier Franco Suárez

Director: Eduardo Valencia Arbeláez

332.32 V15

#### RESUMEN

La unidad de poder adquisitivo constante (UPAC) se estableció en el país desde 1972, teniendo como objetivo atraer una gran masa de ahorradores para formar un activo apreciable que permitiese irrigar con recursos abundantes el sector de la construcción de vivienda y, así, llegar a tener primordial importancia como motor del desarrollo y generador de empleo. También se buscó que estimulara la producción de materiales, su distribución, el transporte, y, lógicamente, la dotación de viviendas para un grupo de compradores con capacidad de pago.

Dentro del ámbito social se le abrió apreciable espacio a la ocupación de brazos, sobre todo a niveles de muy baja capacitación. Pero la razón con más peso que condujo al sistema UPAC, fue la financiación de vivienda, ya que ella es un bien de capital que constituye el componente más importante (el único, en numerosos casos) del patrimonio de la mayoría de los colombianos. En el momento están varias entidades como el Instituto de Crédito Territorial, el Banco Central Hipotecario y Corporaciones de Ahorro y Vivienda dedicadas a atender esta clase de créditos, con diferentes sistemas de amortización de acuerdo con la capacidad de pago del usuario. Sin embargo, a pesar del esfuerzo que hacen estas entidades públicas y privadas por coordinar y planificar sus planes de vivienda, se requiere que exista una mayor generación de empleo y se mejore el poder adquisitivo de los colombianos.

## 17

### ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA ADMINISTRADORA DE CONDOMINIOS -UN ENFOQUE DE MERCADEO-

Estudiantes: Marfa Girlesa Velásquez Tamayo y Alvaro Panesso Lineros

Director: Diego Germán Arango Muñoz

658.114 1 V35

Dentro de los sectores que conforman el P. I. B. (Producto Interno Bruto), el subsector de la vivienda se ha convertido en uno de los más dinámicos gracias a que los últimos planes de gobierno lo han incluido como plan bandera debido al déficit habitacional que presenta el país.

La filosofía de las ciudades, dentro de ellas, la inseguridad y la más fácil prestación de servicios son los factores que más han incidido para que la vivienda evolucione de lo unifamiliar a los conjuntos multifamiliares o condominios. Estos conjuntos requieren del buen mantenimiento de las áreas comunes lo que ha generado un nuevo tipo de empresa: Administradoras de Condominio.

La forma empírica como estas empresas surgieron y evolucionaron ofrece una oportunidad: estudiar el comportamiento del consumidor (copropietario y/o arrendatario) y estructurar una empresa con una eficiencia profesional que le permita penetrar en el mercado y crecer, dadas las ventajas comparativas que el estudio le aporta.

Existen en Medellín dos comunas en las cuales los posibles compradores de segmentos superiores tienen enfocado su deseo de vivienda, que a su vez son aquéllas en las cuales los constructores están desarrollando el mayor porcentaje de sus proyectos y en el tipo de vivienda multifamiliar. Dichas comunas y estratos se convierten en el mercado objetivo para una idea empresarial.

Si se conformara una empresa con estos conocimientos y unas adecuadas estrategias de mercadeo, financiera y operativa y se le evaluara económicamente en un período de cinco años se podría observar que aparte del beneficio social generado por los empleos tanto directos como indirectos, la empresa sería de alta rentabilidad económica.

## INGENIERIA CIVIL

### 18

#### MONTAJE EN COMPUTADOR DE UN MODELO DE PRECIPITACION ESCORRENTIA

Estudiantes: Hugo Alberto Alvarez González y Esteban Castrillón Tobón

Directores: Mauricio Toro y Oscar Mesa Sánchez  
551.480 285 A59

### RESUMEN

Este trabajo consiste en hacer el montaje de un programa para la simulación de crecientes producidas por lluvias o tormentas.

La presentación se hace en dos partes básicas: 1. la fundamentación teórica del modelo y 2. su aplicación en varias cuencas.

La fundamentación teórica del modelo se desarrolla en tres partes principales: primero, el balance de agua en el suelo; segundo, una optimización de los parámetros involucrados en el cálculo de la humedad del suelo; tercero, el tránsito de las crecientes basado en las ecuaciones de continuidad y momentum lineal resueltas por el esquema de diferencias finitas.

La segunda parte, la aplicación del modelo, tiene como objetivos el comparar los resultados obtenidos en los microcomputadores de la U. NAL con los obtenidos en otras entidades y el ilustrar el manejo del modelo. El programa se ejecutó por varias cuencas, en cada una de las cuales se procedió primero a hacer la optimización de parámetros del suelo para luego hacer el tránsito de las crecientes.

### 19

#### INTERCAMBIO VIAL CARRERA 80 CARRETERA AL MAR

Estudiantes: Ely del Socorro Arbeláez Cardona y Gladys del Socorro Botero A.

Director: Hugo Carmona Ríos  
388.411 A71

### RESUMEN

Dado que la zona donde está ubicada la intersección de la carrera 80 con la carretera al mar está en desarrollo urbanístico y teniendo en cuenta la adolencia de señales de tráfico disponibles en la misma, se ve la obligación de implementar un sistema que proporcione una buena capacidad y que minimice los tiempos de viaje.

Para tal propósito se hizo inicialmente conteos manuales de tráfico, con el fin de encontrar el número de vehículos que atraviesan la intersección durante un intervalo de tiempo clasificándolos como autos, buses y camiones.

Después de analizar los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de la necesidad de un sistema, que

no limitara los movimientos de operación pero que obligara a peatones y conductores a obedecer las señales de tráfico.

En primera instancia se propone una señalización y canalización para la intersección, haciendo énfasis a los cruces peatonales mediante: zonas de protección a peatones y demarcaciones en el pavimento, además con un programa intenso de señalización el cual ayudará a reducir la incidencia de accidentes, dándoles a las señales un buen mantenimiento, demarcando las líneas centrales y/o líneas de carriles principales, haciendo también una recomendación extensiva a los usuarios, de un programa de educación para que las mejoras que se proyectan en los sistemas de control de tráfico tengan dentro de la ciudad el máximo beneficio.

Otra de las propuestas es la de una semaforización canalizada, ésta se desarrolla dentro de los criterios de canalización que se exponen pero con la necesidad de aumentar la capacidad y eficiencia de semáforos, los cuales tendrán tres fases diferentes en las que se les asignará el dominio de una u otra maniobra en cada cruce. Además se tiene en cuenta el semáforo peatonal y paralelamente a éste se propone implementar una campaña de control sobre cumplimiento de normas de tráfico que traten de restablecer el respeto de los conductores por los semáforos.

También se puede observar la propuesta de un paso a desnivel el cual beneficiará considerablemente el sector donde se encuentra la intersección.

En consecuencia se espera que el espíritu cívico de la comunidad y el grado de desarrollo de las autoridades de tránsito, permitan anticipar un mejoramiento de la administración del tránsito, contando con los equipos y elementos de control apropiados, para la conclusión del programa de la forma más benéfica posible.

## 20

### ANALISIS DE PORTICOS PLANOS - RETICULA RECTANGULAR CONSIDERANDO DEFORMACIONES POR FLEXION Y DEFORMACION AXIAL EN LA COLUMNA

Estudiante: Carlos Alberto Ardila Quiroz  
Director: Elkin Castrillón O.  
624.177 2 A 73

## RESUMEN

En el marco del estudio de los pórticos planos de retícula rectangular, Martínez (5) realiza un trabajo que, partiendo de las ecuaciones de Pendiente-Deformación, analiza este tipo de pórticos, con la característica de que sólo tiene en cuenta la deformación por flexión, obteniéndose así una apreciable reducción en los grados de libertad de la estructura, al tener sólo una rotación por nudo y un desplazamiento horizontal por nivel.

En el presente trabajo se hace el análisis para la misma clase de pórticos pero considerando además la deformación axial en las columnas, resultando ahora dos grados de libertad por nudo y uno por nivel. Dicha deformación produce un desplazamiento vertical en cada uno de los nudos de la estructura, lo que se traduce en unos esfuerzos adicionales que deben absorber los elementos que forman la estructura.

Se trata esencialmente de elaborar un programa de computador de fácil manejo para el usuario, y de mirar la influencia de las deformaciones axiales de las columnas en las fuerzas internas de las estructuras.

El programa de computador se desarrolla en un lenguaje BASIC, que hace uso de una manera eficaz de las características geométricas de los pórticos planos de retícula rectangular, hecho que permite un manejo más fácil en la entrada y salida de datos. Por las mismas características de los pórticos aquí tratados, se tiene algunas restricciones de tipo estructural y de cargas: todas las columnas se consideran empotradas en la base, todos los elementos del pórtico se consideran prismáticos, de sección rectangular y constante, el número de pisos debe ser menor o igual a veinte y el número de luces menor o igual a siete, y las cargas deben ser uniformemente distribuidas en toda la longitud de las vigas y cargas horizontales concentradas en los nudos. El programa puede incluir otro tipo de cargas, realizando pequeños cambios.

## 21

### EFFECTO DE INESTABILIDAD DE LADERA EN CIMENTACIONES PROFUNDAS

Estudiantes: Diego Alberto Atehortúa Aguirre y David Vallejo Isaza  
Director: Luis Garza Vásquez  
624.151 363 A 73

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de los mecanismos de inestabilidad de ladera en cimentaciones profundas, se presenta en la primera parte del trabajo un acercamiento al problema de los suelos residuales, relacionado específicamente con el perfil de meteorización y los principales factores que están relacionados con su inestabilidad. Además se presentan los mecanismos de inestabilidad en laderas conformadas por suelos residuales y coluviales y específicamente el caso de los deslizamientos superficiales y reptación, que son los más comunes en la zona de las laderas de interés en la evaluación de los efectos.

A continuación se presenta el posible estado de cargas inducido por un deslizamiento superficial, o un fenómeno de reptación sobre la fundación profunda, que se traduce en un estado activo de empuje de tierra.

En el capítulo IV se presenta el método de interacción suelo-estructura implementado para la evaluación de los efectos del deslizamiento. Este conjuga el método de interacción propuesto por el Dr. Leonardo Zeevaert, y el método de rigidez de nudo total para análisis de estructuras.

Finalmente, se aplica el modelo a tres casos particulares con estratigrafías típicas de la ladera sur-oriental de la ciudad, con el fin de hacer el análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos del deslizamiento sobre la fundación, y sus implicaciones en el diseño.

## 22

### DISEÑO RELLENO SANITARIO PARA DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS DE ECOPETROL

Estudiantes: Francisco Javier Bedoya Velásquez y Rodrigo José Vélez Otálvaro  
Director: Edgar Alberto Zapata G.  
628.445 B33

## RESUMEN

El diseño del relleno sanitario para el C.I.B., puede dividirse en dos partes:

- Una primera donde se presenta información general, la cual comprende:
  - Definiciones sobre desechos sólidos.
  - Producción y clasificación de los desechos.

- Tratamiento de los desechos.
- Presentación más detallada sobre rellenos sanitarios que incluye: Definiciones sobre rellenos sanitarios y aspectos técnicos que deben tenerse en cuenta para el diseño de dichos rellenos.
- Información sobre la declaración de efecto ambiental, y todos los aspectos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de un proyecto de este tipo.

- La segunda comprende el diseño en sí, teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos mencionados en la primera parte.

Para complementar ésta, se tienen varios anexos que contiene:

La forma de operar el relleno, la información del suelo a utilizar en el relleno, las memorias de cálculos y los planos del relleno sanitario.

## 23

### RELACION ENTRE EL DISEÑO MARSHALL Y LA DENSIDAD EN EL CAMPO PARA MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO

Estudiantes: Nicolás Bedoya Rendón y Walter Orrego Valencia

Director: Hernando E. Muñoz  
625.85 B33

## RESUMEN

Todo el cuidado puesto en el diseño de un concreto asfáltico, queda sin valor si la construcción no se hace en forma adecuada. Una mala ejecución puede echar abajo en pocos momentos todo el trabajo de diseño, dando como resultado un pavimento de mala calidad que perjudica no sólo al contratista sino también a los usuarios.

El llevar a cabo una buena inspección, es una responsabilidad conjunta del contratista y de la intervención y debe fundarse en un conocimiento suficiente del arte de la construcción, y en el deseo mutuo de hacer un buen trabajo.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, ver hasta dónde hay o no una adecuada colocación y compactación de la mezcla asfáltica y ver además si se emplean procedimientos de ejecución eficientes, y si se hace un buen uso del equipo disponible para tal efecto.

Apoyados en un trabajo anterior, en el que se concluyó la validez de las fórmulas de trabajo usadas en las plantas productoras de mezcla asfáltica y considerando además que éstas cumplen todas las normas que sobre mezclas asfálticas hay vigentes en el área metropolitana; se vio interesante hacer chequeos de densidad de la mezcla asfáltica colocada en obra y ver hasta dónde se aproxima al porcentaje mínimo de compactación exigido en el diseño.

Para cumplir el objetivo propuesto se hizo un seguimiento a cuatro obras ejecutadas por CONASFALTOS, PROCOPAL y el Municipio de Medellín. Pese a que hay ausentes otras firmas constructoras, es suficiente tomar estas tres, como las más representativas en nuestro medio, para darnos una idea al menos cualitativa del grado de calidad en la construcción de vías y calles con mezclas de concreto asfáltico en la ciudad.

## 24

### ANALISIS DE CASCARAS DE REVOLUCION POR ELEMENTOS FINITOS

Estudiante: Rodrigo Alberto Bolívar Londoño  
Director: Carlos González R.  
624.177 6 B65

#### RESUMEN

El presente trabajo trata de ubicar en la primera parte su campo de aplicación esto es, el análisis de cáscaras de revolución, con el fin de que al lector le quede más claro las situaciones o casos en los cuales se puede aplicar. Luego se hace una descripción somera de los diferentes métodos que hay en la actualidad para calcular cáscaras, pues el método de los elementos finitos no es el único, aunque desarrollado puede ser más útil y fácil que los otros y tan general como se quiera; así se introduce al lector hasta donde se le explica el programa que en forma general se compone de una parte básica en donde son incorporadas sucesivamente las subrutinas que lo componen; esta forma de presentación permite que el programa pueda ser ampliado y desarrollado para aplicarlo a cáscaras no contempladas aquí.

El método usado en el programa es el de los elementos finitos; este método es un método de rigidez, en donde la rigidez total de la cáscara es obtenida sumando las rigideces parciales de un elemento tomado como básico. Los resultados obtenidos por este método son similares a los que se obtienen por métodos analíticos

cos además si los queremos hacer más precisos sólo tenemos que dividir la estructura en más elementos, tanto como lo permita el computador utilizado.

## 25

### ESTUDIO SOBRE REGULACION DE CAUDALES EN RIOS COLOMBIANOS

Estudiantes: Carmen Rocío Escalante A. y César Mauricio Muñoz C.

Director: Carlos J. Saldarriaga T.  
551.48 E72

#### RESUMEN

Para controlar las oscilaciones naturales presentadas en el caudal de un río, de modo que se pueda usar en proyectos de acueducto, generación de energía, riego o de otro tipo, generalmente se hace necesario regular su corriente mediante un embalse. Para definir la capacidad del embalse necesario para atender una demanda con un nivel confiable, se presenta un programa de computador, en lenguaje FORTRAN, que simula el funcionamiento del embalse, partiendo de la serie histórica de caudales mensuales y que permite obtener parejas de datos de volumen útil y caudal regulado con los que se construye la curva de regulación, la cual define características hidrológicas del río y que además constituye un elemento importante en el estudio de proyectos hidráulicos.

Con el programa de computador, se estudiaron los siguientes ríos colombianos:

Cauca, Magdalena, Catatumbo, Fonce, Guatapé, Medellín, La Miel, Nare, Patía, Saldaña, Samaná Medio, Sinú y Suárez.

Los resultados se aplican para determinar la capacidad de un embalse así:

Conociendo un nivel de consumo por atender con una cierta confiabilidad, y teniendo la curva de regulación del río, o bien para conocer la capacidad de regulación de un volumen útil dado en un río.

Como en algunos ríos ya se han construido obras y se tienen proyectadas otras, este trabajo puede servir para efectos comparativos.

## CARACTERISTICAS DE GRANULOMETRIA Y PLASTICIDAD DE SUELOS USADOS EN LADRILLERAS DE MEDELLIN

Estudiante: John Jairo Escobar C.  
Director: Gabriel Márquez Cárdenas  
624.1836 E72

### RESUMEN

El propósito de este trabajo es contribuir a unos objetivos generales, los cuales están encaminados a establecer criterios ingenieriles en la escogencia de los suelos utilizados en la fabricación de adobe y la teja, en el Valle de Aburrá.

Se investigó las características de granulometría y plasticidad de los suelos utilizados en ladrilleras a saber:

- Ladrillera del Valle Nº 1
- Ladrillera San José
- Ladrillera Las Mercedes
- Galpón El Diamante
- Ladrillera Castilla Ltda.

Se efectuaron por cada ladrillera tres apiques, para obtener por cada apique dos muestras de suelo natural, además se tomaron dos muestras de la mezcla de planta para un total de ocho muestras por ladrillera.

El trabajo de laboratorio consistió en descripción de la muestra, límites de Attemberg y análisis de granulometría.

Con los resultados obtenidos de los ensayos anteriores se determinaron otros parámetros físicos como: índice plástico, índice de retracción, clasificación unificada, clasificación AASHTO, grado de plasticidad y expansibilidad.

Para una mejor visualización de los resultados se hicieron los siguientes gráficos: carta de plasticidad AASHTO y casagrande, carta triangular, etc.

Para análisis de los resultados se tomó en cuenta los trabajos anteriores realizados sobre el mismo tema por Henry Hernández P. (1) y Rafael Monroy - Juan Rivera (2). En los cuales se utilizaron los suelos de doce ladrilleras a saber:

- Ladrillera Santa Rita
- Ladrillera Nutibara
- Ladrillera Guayabal
- Ladrillera Valle Nº 2
- El Noral
- Buena Vista
- El Pomar
- San Diego
- El Mojón
- El Chuscal
- Medellín
- San Bernardo

En las muestras en planta de suelos usados para la fabricación de ladrillo, se observó en su mayoría las siguientes características:

Limo Areo-Arcilloso de plasticidad baja a media y baja expansibilidad.

Del análisis de los resultados de la muestra Nº 1 del Galpón El Diamante, la cual se utiliza en alta proporción para las fabricaciones de la teja, se observan las siguientes características:

- Plasticidad alta
- Potencial de expansibilidad muy alto
- Contracción volumétrica muy alta.

(1) Henry Hernández Prado "Características de granulometría y plasticidad de suelos usados en ladrilleras de Medellín, Febrero de 1984.

(2) Rafael Monroy - Juan Rivera "Características de granulometría y plasticidad de suelos usados en ladrilleras de Medellín, Marzo de 1985.

## EFFECTO DE LA ENERGIA DE COMPACTACION APLICADA EN EL CAMPO SOBRE ARENILLAS

Estudiantes: Liliana María Forero Uribe y Leonardo Antonio Muñoz Osorio

Director: Luis Carlos Restrepo Arango  
624.151 F67

### RESUMEN

Los problemas que se presentan en la estabilidad de los pavimentos casi siempre son ocasionados por variaciones en las propiedades mecánicas de los materiales utilizados para la construcción de los terraplanes. Estas

variaciones suelen producirse al compactar con energías específicas diferentes a las requeridas y a la utilización de equipos que no son adecuados para el tipo de suelo considerado.

En este trabajo se estudia la variación de algunas propiedades mecánicas (densidad seca y CBR) con la energía específica de compactación aplicada en el campo; y también se pretende verificar si la variación encontrada es igual, o por lo menos tiene la misma tendencia que la encontrada en una investigación anterior, en la que se consideró el efecto de la energía de compactación en el laboratorio en la densidad seca y el CBR.

Para la realización del trabajo, se tomó material de talud del Cerro El Volador, al cual se le realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio: Análisis granulométrico por mallas, límite líquido, límite plástico y gravedad específica; proctor modificado y CBR sobre muestra remoldeada, para la determinación de la densidad seca máxima, humedad óptima y CBR para energías específicas de 5, 11 y 25 kgf.cm/cm<sup>3</sup>.

Luego se construyó una serie de pistas de prueba con maquinaria pesada, tal como se hace una vía en la práctica. Cada pista requirió para su construcción, el empleo de cargadores, volquetas, motoniveladora y cilindro vibratorio. La compactación se realizó con 2, 4, 8 y 16 pasadas del cilindro vibratorio, variando la humedad del material entre valores inferiores y superiores a la humedad óptima de laboratorio. Se hicieron dos ensayos para la determinación de la densidad seca y se tomaron dos muestras inalteradas para la determinación del CBR, por cada pista de prueba construida.

De las curvas obtenidas, se encontró una discrepancia entre los datos obtenidos en el laboratorio y los obtenidos en el campo, aunque conservan una misma tendencia, presentándose un aumento en la densidad seca y en el valor del CBR con la energía específica de compactación cuando disminuye el contenido de humedad del suelo, hasta un punto a partir del cual estas propiedades mecánicas permanecen constantes o se incrementan en forma no significativa, obteniéndose por tanto, una humedad óptima de compactación que depende de la energía específica, haciéndose menor a medida que aumenta la energía.

Se encuentra también una energía óptima de compactación, por encima de la cual se presenta una sobrecompactación del material que ocasiona sobrecostos innecesarios en la obra y a veces hasta perjudiciales, ya que en algunos casos produce una reducción en las propiedades mecánicas del material.

Se recomienda por tanto, un control de la subcompactación y de la sobrecompactación en obra, teniendo más en cuenta las condiciones reales de compactación en el terreno tales como: humedad, material, equipo de compactación, número de pasadas del equipo.

También debe considerarse que los ensayos de laboratorio sólo proporcionan una guía para el análisis y determinación de la humedad y de la energía con los cuales debe compactarse en obra.

## 28

### PROPIUESTA DE ESQUEMA VIAL PRIMARIO PARA EL MUNICIPIO DE ITAGÜI

Estudiantes: Alejandro García Gutiérrez y John Jairo Vásquez S.

Director: Rodrigo Salazar Pineda  
388.4 G17

#### RESUMEN

Con el presente Trabajo Dirigido de Grado, se buscó dar una propuesta vial aceptable para el Municipio de Itagüí, que es una población en continuo desarrollo urbano; tratamos de enmarcar este desarrollo, no como un Municipio solo y aparte sino como parte integral del Valle de Aburrá e íntimamente al progreso de los municipios que lo componen y sus poblaciones adyacentes: Medellín, Envigado, Sabaneta, La Estrella, Caldas y otros; que hacen parte del plan de ordenamiento territorial de la zona sur del Valle de Aburrá.

En los primeros capítulos de este trabajo, se hizo un inventario de lo existente en el Municipio de Itagüí: información del área urbanística, usos del suelo, vías existentes, transporte urbano y poder así pasar a las propuestas del esquema vial general.

El trabajo se ejecutó conjuntamente con el equipo que desarrolló el plan de ordenamiento territorial de la zona sur del Valle de Aburrá, por este motivo este documento posee un gran enfoque práctico.

## 29

### TRANSPORTE URBANO PÚBLICO COLECTIVO HACIA Y DESDE EL CENTRO DE LA CIUDAD DE MEDELLIN

Estudiantes: John Jairo García Arcila y Farley Angee Sánchez

Director: Rodrigo Salazar Pineda  
388,46 G17

## RESUMEN

El funcionamiento del sistema de transporte público colectivo al interior del área central de cualquier ciudad opera en función de varios parámetros, los cuales determinan la eficiencia del sistema y entre los que se encuentran el área y la longitud del sistema vial central, la oferta y la demanda de pasajeros, la capacidad del sistema vial, la capacidad de entrada y salida del área estudiada, la oferta y la demanda de paraderos de buses, la señalización, la circulación peatonal, los parqueaderos, etc.

Por lo anterior nuestro estudio comienza con una descripción general de las principales características del sistema vial del área central de la ciudad de Medellín, con la demanda de pasajeros por día que hacen su ingreso al centro de la ciudad en transporte público colectivo, y con un detallado inventario del parque automotor de tipo bus, colectivo, taxi y vehículo particular que circulan actualmente en el Valle de Aburrá, para luego continuar con el análisis del comportamiento histórico del parque automotor de buses y taxis, con la capacidad vehicular por costado y de conjunto del centro de la ciudad y terminar por estudiar la importancia de la Carrera 51 - Bolívar en el contexto vial del área central, y las repercusiones sobre la capacidad vehicular por costado que se van a generar debido a los cambios que sufrirá dicho corredor con la entrada en operación del Tren Metropolitano.

## 30

### FORMULA DE TRABAJO DE LAS PLANTAS DE MEZCLAS

Estudiantes: Margarita Rosa Gómez B. y Juan Guillermo Lopera A.

Director: Eudoro Hernando Muñoz  
625.85 G65 f

## RESUMEN

En el Área Metropolitana existen varias plantas de mezclas que suministran el concreto asfáltico, con el cual se producen pavimentos flexibles que como tal, es necesario que cumplan ciertos principios elementales, pero fundamentales de diseño, que llevados a la práctica durante la construcción garantizan la estabilidad de la pavimentación.

Un pavimento flexible consta básicamente de los siguientes elementos:

- Capa de sub-base
- Capa de base
- Capa (s) asfáltica (s) de revestimiento.

Las capas de sub-base y base son necesarias, pues muy pocas subrasantes poseen la suficiente resistencia para soportar las cargas de tránsito sirviendo entonces como fundación para la estructura del pavimento. La capa asfáltica debe suministrar una superficie segura para el tránsito, que sea resistente a los efectos destrutivos de las cargas y del clima. En esencia, constituye una protección de la base y también contribuye a la resistencia del pavimento si está diseñada apropiadamente.

La versatilidad de los aglutinantes asfálticos hace posible seleccionar la superficie más económica y satisfactoria para los siguientes casos:

1. Desde el tratamiento para suprimir el polvo, hasta el pavimento requerido para embellecer las calles de una ciudad.
2. Para carreteras de cualquier categoría.
3. Para cualquier tipo de carga.

Cabe anotar que cualquier selección que se haga debe ir respaldada por un buen diseño que corresponda a las condiciones de servicio previstas.

El pavimento de mezcla asfáltica (mezcla de agregado mineral y asfalto) provenientes de Procopal, Conasfaltos y Asfaltadora Colombia es objeto de estudio; de él se analizan las características de los agregados pétreos (peso específico y absorción, desgaste, equivalente de arena, caras fracturadas, etc.) y del asfalto que conforman la mezcla.

La dosificación de los agregados para la mezcla debe seleccionarse de manera que cumpla con los requisitos de gradación, dados por la especificación. Las proporciones de agregados y asfalto deben cumplir especificaciones de granulometría y calidad de la mezcla exigidas por los procedimientos de diseño.

Para el diseño de las mezclas asfálticas (obtención de la fórmula de trabajo) se sigue rigurosamente el Método Marshall, descrito en el capítulo 4., que es el de mayor aplicación en el medio.

La producción de las mezclas se hace en plantas a altas temperaturas y con sistemas de control precisos que "pueden" asegurar la correcta dosificación de los materiales.

Después de obtener la fórmula de trabajo se hacen unos controles diarios de mezcla, para demostrar que la calidad de ésta depende de un gran número de factores relacionados entre sí, por la cual no se puede evaluar considerando separadamente las propiedades del asfalto y las del agregado. Por tanto para determinar la calidad del pavimento, es necesario estudiar la mezcla compactada, analizar los posibles cambios en el comportamiento del asfalto y los agregados; una vez se hayan sometido a altas temperaturas.

En síntesis el trabajo ha sido desarrollado en dos partes, la primera de ellas corresponde al DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS, en particular siendo ampliamente desarrollado el Método Marshall; la segunda comprende los CONTROLES DE OBRA, donde se hace un seguimiento de la mezcla producida en planta.

Para cada una de las partes mencionadas, se tiene un anexo correspondiente, de tal manera que el primero hace referencia a la descripción de los ensayos realizados sobre los materiales y la mezcla, para el diseño; y el segundo corresponde a la descripción de los ensayos realizados sobre la mezcla, para los controles de campo.

## 31 ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS DE CASCARAS EN GENERAL

Estudiantes: Gladys Nancy González Guisao y Sergio León Piedrahita M.  
Director: Carlos González A.  
624.177 6 G67

### RESUMEN

El presente trabajo pretende realizar el análisis estructural de una cáscara delgada y poco profunda, dividiéndola en elementos finitos de forma triangular, con seis nudos por elemento y tres grados de libertad por nudo; los cuales corresponden a los tres desplazamientos según ejes X, Y, Z.

La teoría de análisis toma un elemento cualquiera en el espacio y la supone sometido a tensiones membranales únicamente; por tanto la matriz de rigidez para este elemento debe ser de 12 x 12.

Posteriormente mediante una transformación de coordenadas, los desplazamientos en el plano del elemento según los ejes locales x' y' son convertidos a desplazamientos en las direcciones de los ejes globales X, Y, Z.

El proceso es el siguiente: para cada elemento se obtiene la matriz de rigidez en coordenadas locales, se transforma a una matriz referida al sistema global y luego se ensamblan los elementos de esta matriz a la matriz total de la estructura; haciendo uso de las cargas y desplazamientos conocidos se resuelve el sistema para así hallar los desplazamientos y fuerzas en cada nudo según las direcciones de los ejes globales. Posteriormente, para cada elemento se hallan los desplazamientos según ejes locales y después las tensiones.

## 32 EFICIENCIA DE GRUPOS DE PILOTES

Estudiante: Juan Carlos González Ramírez  
Director: Elkin Castrillón O.  
624.154 G65

## 33 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS METODOS HARDY-CROSS Y NEWTON-RAPHSON

Estudiantes: Elber de Jesús Hernández D., Ruth Matilde Montoya B. y Walter David Navarro Giraldo.  
Director: Jorge Alberto Naranjo M.  
627 H37

### RESUMEN

En este trabajo se expone el desarrollo teórico de diversos métodos de análisis de redes de distribución de agua, desarrollados desde 1892 hasta ahora. Entre esos figuran el método gráfico, el método del círculo, de las secciones, el de la regla de cálculo, el método de la tubería equivalente, el de la línea hidráulica; los métodos Hardy Cross, Newton-Raphson, Lineal, Directo y dos técnicas desarrolladas por los autores. Todos los métodos son explicados con ejemplos y con criterios de aplicación.

Por otra parte, se presenta un estudio teórico experimental muy detallado de los coeficientes de pérdidas de energía en uniones a 90° en flujo laminar, transicional y turbulento, para división y combinación del flujo.

El trabajo experimental se realizó sobre un colector solar, en el Laboratorio de Hidráulica "Jairo Murillo V." de la Facultad Nacional de Minas de la Universidad Nacional.

Se adjuntan varios programas de computación para el análisis de sistemas de distribución de agua y un programa de calibración para la red estudiada.

34

## DISEÑO DE ZAPATAS CONTINUAS POR EL METODO DE INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

Estudiante: Wilson de J. Herrón Durán

Director: Luis Garza Vásquez

624.151 4 H37

### RESUMEN

El análisis de interacción suelo-estructura (ISE), usado en este trabajo, basado en el método de Zeevaent-Garza; que es una solución directa, el cual analiza la estructura con el método directo de rigidez. La interacción supone que los nudos de la cimentación se asientan y rotan como debe suceder en la realidad, como el sistema así planteado no tiene solución, el suelo impone una condición frontera que hace posible dicha solución, hallando la matriz de rigidez del suelo y sumándola a la matriz de rigidez de la estructura, en los puntos correspondientes a los grados de libertad vertical de la cimentación, mediante una serie de procesos matriciales.

En este trabajo se hizo un análisis de las zapatas continuas o "corridas", para pórticos y mampostería estructural (aplicable a muros de cortante), así:

- Se dan criterios para predimensionar la cimentación, o sea cómo hallar su área y sección, siguiendo criterios usados en el estudio del suelo y del hormigón.
- Se analizó la influencia de los elementos mecánicos de la cimentación al variar parámetros tanto del suelo como de la estructura.
- Se vio la influencia de la rotación y el asentamiento diferencial de la cimentación en los elementos mecánicos de la super-estructura (en pórticos).
- Se hizo un primer intento en el análisis sísmico.

Para mampostería, se recomienda un nuevo modelo de cimentación, cuando existen zonas en la cimentación, donde los muros cargueros no le transmiten carga, para el cual se comprobó analíticamente su eficiencia y economía con respecto a la forma como se cimenta actualmente.

Los temas especializados tanto del suelo como de la estructura, se condensaron en anexos, en los cuales se encuentra la información necesaria para tratar la ISE.

La ventaja del método aparte de ser sistematizable, es su solución directa, se optimizó el programa de interacción y la forma de armar los archivos de datos.

En el trabajo se ilustran ejemplos para modelar la estructura y el suelo para la ISE, con la forma de utilizar los programas y el procedimiento que se debe seguir para diseñar una zapata continua.

35

## HORMIGON SIMPLE ESTRUCTURAL. APLICACIONES, DISEÑO Y CONSTRUCCION

Estudiantes: Jorge Eliécer Jaramillo Mesa y Bernardo Ramírez Muñoz

Director: Elkin Castrillón O.

624.183 4 J17

### RESUMEN

En el trabajo se estudian y presentan las posibilidades del hormigón simple estructural, especialmente a partir del documento ACI 318.1 Building Code Requirements for Structural Plain Concrete.

De acuerdo con este documento se desarrollan algoritmos para el diseño de zapatas aisladas de columnas, zapatas continuas de muros y muros en hormigón simple.

36

## SOLUCION DE ESTRUCTURAS A BASE DE PANTALLAS ACOPLADAS USANDO LA ANALOGIA DE LA COLUMNA ANCHA ARRIOSTRADA

Estudiantes: Gustavo Andrés Marín L. y Rubén Darío Ortíz López

Director: Alvaro Pérez Arango

624.183 M17

### RESUMEN

En el presente trabajo se expone un método alterno de diseño para estructuras proyectadas en mampostería estructural o paredes de cortante.

El método enunciado se basa en la analogía de la columna ancha arriostrada, la cual sirvió como punto de partida para la investigación.

Se hace inicialmente mención de otras analogías que la precedieron basadas en distintos modelos; luego una descripción detallada de la analogía de la columna ancha arriostrada, su comportamiento y las hipótesis en que se basa.

Seguidamente se presenta el programa elaborado en computador, donde se describen y están programados los algoritmos que lo conforman. Mediante un ejemplo se muestra el manejo sencillo del programa y la forma de interpretar los resultados.

Para probar el funcionamiento del programa y la analogía, se desarrollan cuatro ejemplos de aplicación, los cuales arrojaron resultados muy interesantes, que dieron lugar a las conclusiones y recomendaciones que se presentan al final, y con las cuales se ratifican los objetivos propuestos en la presente investigación.

## 37

### ESTUDIO TEORICO Y EXPERIMENTAL DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS EN ALGUNOS SECTORES DE MEDELLIN

Estudiantes: José Fernando Marín Jaramillo y José de la Cruz Mira H.

Director: Josué Carrillo C.

624.151 363 M17e

#### RESUMEN

En varios sectores de la ciudad de Medellín se presentan algunos depósitos aislados de arcillas expansivas. Dadas las características especiales -alta plasticidad, actividad, potencial y presión de expansión- de estas arcillas, se tomaron muestras en cinco apíques diferentes, se analizaron mineralógicamente mediante ensayos de difracción de rayos X; se determinaron sus propiedades índices, y luego se midió su potencial y presión de expansión. Para conocer el efecto del remoldeo en su expansividad y determinar en ésta una posible anisotropía se ensayaron muestras tanto remoldeadas como inalteradas, extraídas vertical y horizontalmente. Además se presentan los resultados de los ensayos de estabilización de estos suelos mediante la adición de cal. Para poder determinar el efecto de la estabilización se estudiaron las mismas propiedades en los suelos antes y después de haberles agregado la cal.

En este estudio se hace una discusión sobre la interrelación entre las propiedades índices de estas arcillas y sobre los efectos de la estabilización.

A manera de introducción al tema, se hace una descripción detallada sobre la mineralogía de las arcillas, su origen y sus propiedades.

## 38

### CALCULO POR EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS DEL ESTADO PLANO DE DEFORMACIONES

Estudiante: Javier Alonso Martínez Martínez

Director: Carlos González R.

624.171 015 15 M17

#### RESUMEN

Por el método de elementos finitos podemos efectuar análisis numéricos de problemas de la teoría de la elasticidad. Para que exista un estado plano de deformación se debe cumplir primordialmente las siguientes condiciones:

- Que el cuerpo a tratar sea largo, cilíndrico o prismático.
- El cuerpo debe estar cargado mediante fuerzas perpendiculares a su dirección longitudinal sin variar con la misma.
- El desplazamiento de la dirección axial es nulo en cualquier sección recta del cuerpo.

Para analizar cuerpos sujetos a un estado plano de deformaciones, se considera la estructura como un ensamblaje compuesto por un número grande de elementos triangulares que presentan una deformación unitaria que varía linealmente en el interior del elemento.

El programa de computador calcula las tensiones y desplazamientos en todos los nudos según las direcciones X y Y, luego da el valor de las tensiones principales y sus respectivas direcciones en el centroide de cada uno de los elementos. En este trabajo se analizaron tres ejemplos que presentan las siguientes características: túnel circular a profundidad de 1000 m con carga externa, túnel con techo circular sometido a carga externa y túnel circular sometido a presión interna.

Cada uno de los ejemplos presenta diferentes casos con diferente número de elementos.

Se efectuaron representaciones gráficas y tablas comparativas de los valores de las tensiones principales con el fin de identificar las zonas en donde se presentan las mayores tensiones y la forma como varían los valores para cada uno de los casos.

39

## ESTUDIO, REVISION Y COMPLEMENTACION DEL CODIGO COLOMBIANO SOBRE ESTRUCTURAS METALICAS

Estudiantes: Alvaro Molina M. y César Valdés B.

Director: Augusto Trujillo A.

624.182 0218 M65

### RESUMEN

El presente Proyecto de Grado está dedicado a estudiar el Título F del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes, Estructuras Metálicas; a revisar su texto y fórmulas que corresponden, respectivamente, a la traducción y conversiones del Código del AISC; y a complementar el contenido de dicho Título con temas que no trata, y presentando ayudas de diseño.

Como resumen de la revisión que se hizo, se puede afirmar que el Título F es una buena traducción con algunos pocos errores en este aspecto, y que las conversiones de las fórmulas están hechas con una aceptable aproximación.

En cuanto al estudio y complementación, la idea que se tuvo siempre durante la elaboración del trabajo fue la de lograr un material que ayudara a interpretar el Título F y que sirviera también como ayuda a su aplicación.

40

## EFFECTOS DE LAS ADICIONES DE CAL HIDRATADA EN LOS CONCRETOS ASFALTICOS

Estudiantes: Dora Inés Restrepo Garcés y Aura Rosa Ortiz García

Director: Norman Santander R.

625.85 O77

### RESUMEN

La presente investigación analiza la posibilidad de ampliar la gama de los usos de la cal, estudiando su comportamiento como elemento constitutivo de los concretos asfálticos.

El estudio se llevó a cabo mediante el empleo de materiales provenientes de la planta de mezclas del Municipio de Medellín, "Metromezclas" y de "Promical".

Se investigó la posibilidad de reemplazar el llenante mineral en los agregados, por cal hidratada tipo "N" (ASTM C6-49 Reapproved 1974), tanto con agregados sucios (sin lavado) como limpios (lavados).

Para ello se realizaron varios ensayos Marshall, correspondientes a diferentes porcentajes de cal, siguiendo el método recomendado por el ingeniero Fernando Sánchez Sabogal.

Los resultados alcanzados indican que con 1% de cal en los agregados sin lavar, tiende a presentarse una disminución de asfalto necesario aproximadamente en un 5% (baja de 6.1% a 5.8%), en tanto que el 2% de cal sobre agregados lavados conduce a una disminución del 18% en el asfalto (baja de 6.1% a 5.0%).

Del análisis de costos se obtuvo que para 1 ton de mezcla asfáltica, con un reemplazo del 1% de cal para material sin lavar, se presenta un sobrecosto neto de \$146/ton y para un reemplazo del 2% de cal con material lavado, el sobrecosto neto es de \$153/ton.

Como puede verse, el beneficio a nivel económico no es inmediato ya que depende del alto costo de la producción actual de la cal; sin embargo, desde el punto de vista estructural su efecto es positivo, y a largo plazo, es factible también esperar ventajas económicas al usarse como adición al concreto asfáltico.

41

## ANALISIS DE ESTRUCTURAS SOMETIDAS A SISMOS

Estudiante: René Alejandro Osorio P.

Director: Jorge E. Polanco F.

624.171 02885 O76

### RESUMEN

Este trabajo se desarrolla fundamentalmente en seis capítulos, el primero de los cuales hace una breve refe-

rencia a los aspectos teóricos del análisis estático basado en el método de rigidez y del análisis dinámico basado en la teoría del análisis modal, de estructuras esqueléticas planas; donde cabe advertir al lector que no se hace un estudio muy detallado, ya que éste no es el objetivo central del trabajo y además se encuentra suficientemente explicado en la bibliografía reseñada para cada tema. El segundo capítulo es dedicado a una explicación del programa SISMO, haciendo una descripción secuencial de las diferentes subrutinas que lo componen.

El tercer capítulo corresponde a la ejecución de los ejemplos, en los cuales se tratan diversos tipos de estructuras, cada una de ellas con características muy particulares. El cuarto capítulo corresponde al manual del usuario, en el cual, se explica la manera de utilizar el programa o sea, la forma en que debe organizarse y suministrarse la información al programa.

El quinto capítulo se dedica a hacer algunas observaciones en cuanto al funcionamiento y las limitaciones que puede ofrecer el presente trabajo.

Y el último capítulo presenta el listado del programa de computador SISMO, en lenguaje Fortran IV.

## 42

### CALCULO DE INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA DE ZAPATAS AISLADAS

Estudiantes: Juan Fernando Pabón P. y Rafael A. Correa S.

Director: Luis Garza Vásquez  
624.1514 P11

#### RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una forma de calcular los asentamientos o hundimientos que sufre un suelo cuando se le somete a un sistema de cargas.

El proceso visto en una forma global puede describirse así: se toma una zapata, aunque es aplicable a cualquier tipo de cimentación ya que el método es general, se divide la cimentación en dovelas y se calcula la matriz de influencias I, que traspuesta y multiplicada por el vector de deformación volumétrica de los estratos,  $\alpha$ , produce la matriz de desplazamiento unitario,  $\delta_{ij}$ , la cual multiplicada por las reacciones desconocidas del suelo forma la ecuación matricial de asenta-

mientos o hundimientos "EMA", que tiene como incógnitas las reacciones y los desplazamientos.

Una vez obtenida la matriz de rigidez de la cimentación  $K_j$ , se suma algebraicamente con la matriz de rigidez del suelo  $K_s$ , la matriz resultante se traspone y se multiplica por el vector de cargas obteniéndose los desplazamientos totales. Una adecuada partición de esta matriz multiplicada por la matriz bandeada de áreas nos da como resultado las reacciones finales del suelo.

Como se puede apreciar, este método es una variante al método de Zeevaert en donde no es necesario hacer iteracciones y de fácil sistematización.

Con el método propuesto se hicieron doce cálculos, para igual número de zonas con el fin de determinar la rigidez a la rotación  $K_\theta$  y la rigidez al desplazamiento  $K_\delta$ , y hacer los gráficos y correlaciones con algunos parámetros como el módulo volumétrico, la geometría de la cimentación y la excentricidad de las cargas. Una conclusión importante es la no dependencia de  $K_\theta$  y  $K_\delta$  con el valor de la excentricidad. Para las gráficas de  $K_\theta$  y  $K_\delta$  con los otros parámetros no fue posible establecer ninguna correlación.

## 43

### EFFECTO GLOBAL DE LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN ZAPATAS AISLADAS Y VIGAS DE ENLACE

Estudiantes: Francisco Javier Pineda García y María Emma Rúa

Director: Luis Garza Vásquez  
624.151 R81

#### RESUMEN

En este trabajo se pretendió dar una mayor claridad sobre el comportamiento de las vigas de enlace, a fin de despejar las incertidumbres de diseño que existen sobre estos elementos estructurales. Para lo anterior se empleó "el método directo de rigidez para interacción suelo-estructura" adaptado para los casos estudiados.

Con el fin de comparar, se hace una presentación y comentarios sobre los principales métodos de diseño de vigas de enlace, los cuales usualmente, analizan la viga de enlace independientemente del resto de la estructura y del suelo.

Se hace un estudio del comportamiento de la viga de enlace bajo la suposición de "viga aérea", analizando su interacción con el resto de la estructura y el suelo.

Así mismo, se estudió el comportamiento de la viga de enlace, considerando la influencia del contacto de ésta con el suelo, como usualmente se utilizan, e igualmente también se analizó su interacción con el resto de la estructura y el suelo. Igualmente, se estudió la influencia que tienen la estructura y la viga de enlace, con el control de los asentamientos diferenciales y por ende en la capacidad de soporte asignada al suelo, normalmente asignada bajo consideración de cimentación flexible.

Se considera que el Método de Interacción suelo-estructura empleado en el estudio de las vigas de enlace, se convierte en sí mismo en un método de diseño de vigas de enlace, cuando éstas se quieren diseñar para controlar asentamientos importantes, tanto bajo la consideración de viga de enlace "aérea", como en contacto con el suelo.

Se adicionan los programas con los cuales se elaboró este trabajo, con ejemplos manuales y de utilización de los programas para mayor ilustración.

## 44

### ANALISIS DE NORMATIVA COLOMBIANA PARA CARGAS DE VIENTO Y ESTUDIO DE VELOCIDADES DE VIENTO PARA MEDELLIN

Estudiantes: Patricia de Fátima Pineda García, Ingrid Restrepo Libreros y Ana María Uribe Velásquez

Director: Alvaro Pérez Arango

624.175 P45

#### RESUMEN

En este trabajo se hace, a manera de introducción, una descripción general de la naturaleza del viento y de sus aspectos dinámicos, se explican los que están más relacionados con la generación de las cargas eólicas, como son su velocidad y su dirección; también se definen los conceptos de capa límite y ráfaga y se describen someramente los equipos empleados para la medición de la velocidad.

Para hacer una regionalización de la velocidad básica en Colombia, se consideran las zonas orográficas y

climáticas en que se divide el país y se caracterizan las tormentas de viento de mayor frecuencia en el territorio nacional. Se presenta la metodología estadística empleada para la determinación de la velocidad básica regional a partir de las velocidades registradas por el HIMAT; a manera de verificación del modelo estadístico adoptado, se calcula la velocidad básica para el Valle de Aburrá y se coteja con la obtenida en un estudio realizado para ISA.

Para la determinación de cargas de viento es necesario adoptar una velocidad de diseño, que se obtiene de la velocidad básica mediante la corrección de varios factores como son topografía, rugosidad superficial del terreno, vida útil y altura de la estructura. A partir de la velocidad de diseño se determina la presión de viento, en la que se distinguen una parte estática y otra parte dinámica que genera vibraciones en la estructura.

En la formulación de la propuesta de la norma elaborada en este trabajo, se explica un criterio para diferenciar las estructuras propensas y las no propensas a vibración y se dan diferentes coeficientes que deben utilizarse para el cálculo de las cargas de viento. Finalmente y a manera de ejemplo, se presentan algunas aplicaciones que ilustran el cálculo de esas cargas y la aplicación de la norma.

## 45

### FACTORES DE GENERACION Y ATRACCION DE VIAJES (EN EL VALLE DE ABURRA)

Estudiantes: Carlos Enrique Rojas Sánchez y Oscar Darío Duque Cano

Director: Rodrigo Salazar Pineda  
388.406 8R64

#### RESUMEN

Dado que el objetivo del presente trabajo era determinar los factores de producción y atracción de viajes, no tenidos en cuenta en el estudio de actualización de demanda para el Tren Metropolitano, realizado por el CESET; este trabajo no se apartó de las definiciones, confiabilidades y criterios de zonificación dados por el CESET. Realizada la zonificación y algunas variantes contempladas en el capítulo tres por razones de obtención de datos, se pasa a la formación del archivo general quedando constituido por: Índice de viajes de servicio público calculado por el CESET, índice total de viajes, índices sin viajes a pie e índice de viajes de servicio público; como variables dependientes. Las varia-

bles independientes fueron: Estratos socio-económicos bajo, medio y alto; modos agrupados de transporte 1, 2, 3 y 4 (basados en los criterios del CESET); población económicamente activa; densidad desarrollada; número de vehículos y distancia al centro. Las variables anteriores se discriminaron por zona.

Los índices de viajes calculados por los autores, fueron sometidos a un ajuste lineal, dado que el cálculo inicial presentaba algunos valores ilógicos (debido a que el número de viajes tomado de la encuesta realizada por el CESET consideraba indistintamente viajes basados en el hogar como viajes no basados en el hogar).

Una vez constituido el archivo, GENERAL, nombre dado al archivo constituido por las variables ya descritas para toda la zona de estudio, se procedió a la formación de subarchivos que reunieran alguna característica física, socio-económica u otra. A estos subarchivos se les asignó nombres nemotécnicos tales como: DENMA150, archivo constituido por las zonas del área de estudio que presentaban una densidad mayor de 150 habitantes por hectárea.

Fundamentados en el análisis de regresión múltiple lineal y el paquete estadístico y su computación, condensados los capítulos 7 y 8 respectivamente, se inicia el proceso o tiraje de regresiones. Del total de regresiones, se registraron 164. Para completar los parámetros estadísticos de las regresiones, tales como: TEST T, TEST F, DURBIN-WATSON, Coeficiente de determinación, etc.; fue necesario la utilización de dos programas denominados STEPREG (regresión de STEPWise o PASO A PASO) y MLINREG (regresión múltiple lineal).

Con estas regresiones, se elaboraron tablas con criterios previamente definidos tales como: Regresiones con significancia global, con coeficiente de determinación mayor de 0,5, etc. Se seleccionaron las mejores regresiones por archivo, sin análisis de violación de los supuestos del modelo clásico de regresión.

Para dejar un análisis completo, se realizaron los chequeos de violación de los supuestos del modelo clásico, tales como, pruebas de multicolinealidad, autocorrelación y heteroscedasticidad. Es de resaltar que ninguna regresión pasó las tres pruebas mencionadas, sólo la regresión 138 pasó las pruebas de autocorrelación y heteroscedásticas. El trabajo contempla además cálculo de errores y tipificación de las regresiones.

Para terminar, no se encuentra una regresión sobresaliente desde el punto de vista estadístico y las varia-

bles consideradas presentan algunos signos contradictorios por índice de servicio, siendo la mejor manifestación del problema de deficiencia muestral.

## 46

### CORRELACION ENTRE C.B.R. INALTERADO Y LA COMPRESSION SIMPLE EN SUELOS FINOGRANULADOS

Estudiantes: José Ignacio Sierra Valencia y Luis Ignacio Yarce Carvajal

Director: Juan Ramiro Sánchez  
624.151 36 S43

#### RESUMEN

Con el presente trabajo, se trata de hallar una correlación entre el C.B.R., inalterado a humedad y densidad natural y la compresión simple en suelos finogranulares.

Para lograr lo anterior, se hizo la recolección de datos a partir de muestras inalteradas ensayadas en el laboratorio de la Facultad de Minas. Se tomaron 44 muestras en diferentes sitios para C.B.R., inalterado y por cada una de estas tres de compresión simple. Esto garantiza que los dos ensayos se realizaron bajo las mismas condiciones físicas del suelo inalterado.

Con los resultados arrojados en el laboratorio se procedió a hacer diferentes correlaciones con base en la regresión lineal:  $Y = A + BX$ .

donde:

$Y$  = Valores de compresión simple ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$X$  = Valores C.B.R., inalterado a humedad y densidad natural (%).

$A$  = Término constante

$B$  = Coeficiente de regresión.

Estas correlaciones fueron:

- Correlación general: se trabajó con el grupo total de muestras.
- Correlación por zonas: Los resultados del C.B.R., inalterado a humedad y densidad natural, con el respectivo valor de compresión simple se ubicaron de acuerdo al lugar de procedencia, así:

Zona 1: Muestras tomadas en la ciudad de Bello y Planta de Basuras de las Empresas Varias de Medellín (Barrio Toscana).

Zona 2: Muestras tomadas en diferentes barrios de la ciudad de Medellín.

- Correlación, teniendo en cuenta el índice de grupo: Esto se hizo con el fin de mirar la influencia de las propiedades físicas del suelo en estas correlaciones.

En general se excluyen aquellos resultados que no se acomodaron a la regresión, lo que significa que las características físicas y mecánicas del suelo son menos constantes y difíciles de ubicar dentro de un modelo general. De todas maneras teniendo en cuenta lo anterior, los resultados finales de este trabajo indican una tendencia aproximada de estos dos ensayos.

Finalmente la muestra total alcanzada, no es suficientemente amplia para concluir en forma definitiva la "Correlación entre C.B.R., inalterado a humedad y densidad natural y la compresión simple en suelos finogranulares". Se hace necesario ampliar el estudio a una mayor cantidad de muestras, abarcando en lo posible toda la región.

## 47

### DISEÑO Y CALCULO DE TABLESTACADOS COMO ESTRUCTURAS DE CONTENCION

Estudiantes: Alex Soto Betancur y Gustavo Adolfo Uribe Mejía

Director: Josué Carrillo C.  
624.164 S67

#### RESUMEN

En el presente trabajo se hace una amplia recopilación bibliográfica y el análisis correspondiente sobre el tema de los tablestacados

Inicialmente, se presentan los principios básicos de las estructuras de contención construidas con tablestacas; se hace un recuento histórico de su desarrollo tecnológico y sus aplicaciones. Luego como una introducción al tema de las presiones que actúan sobre los tablestacados, se hace una discusión detallada del empuje de suelos, se consideran las principales teorías sobre ese empuje y su distribución; además se trata el efecto de diferentes sobrecargas en las presiones del suelo sobre la tablestaca.

Como parte central del trabajo, está el diseño de las tablestacas: Se consideran a partir de los principios ge-

nerales, diversos tipos de tablestacas construidos en diferentes condiciones estratigráficas y morfológicas del terreno. Se explican y se discuten los métodos más conocidos y se detallan sistemas y elementos de anclaje para estas estructuras, a saber: tensores, largueros y anclajes propiamente dichos.

Finalmente, como complemento práctico al estudio, se presentan varios ejemplos numéricos en los que a partir de diferentes condiciones de carga y del suelo se diseñan tanto analíticamente como gráficamente los tablestacados, se determinan las profundidades de hincado, el número de anclajes requeridos y sus características.

## 48

### DOSIFICACION DE MEZCLAS DE SUELO -CEMENTO PARA LA FABRICACION DE BLOQUES EN UN SECTOR DE MEDELLIN

Estudiantes: César Nicolás Tabares Londoño, José Rodrigo Castrillón Otálvaro y Jaime Alberto Marín Ceballos

Director: Norman Santander Restrepo  
624.151 36 T11

#### RESUMEN

El presente trabajo analiza la posibilidad de utilizar el suelo de un sector de Medellín con el objeto de fabricar bloques de suelo-cemento siguiendo el método propuesto por la Portland Cement Association (USA) y descrito por el ICPC (Notas Técnicas N° 2).

Para este estudio se seleccionaron cinco muestras sometidas todas ellas a los ensayos requeridos en la dosificación de mezclas de suelo-cemento. Dichos ensayos se hicieron tanto para probetas compactadas con la energía del Proctor normal como para bloques, estos últimos elaborados en la máquina Cinva-Ram (método estático de compactación).

Los resultados obtenidos permitieron:

- Determinar una correlación lineal entre las densidades máximas del ensayo Proctor normal y las del molde Cinva-Ram para el suelo utilizado en la investigación.
- Afirmar que no fue posible establecer la magnitud de las pérdidas por durabilidad de los bloques de la Cinva-Ram a partir de las obtenidas en las probetas.

## RELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS PROBABILISTICAS OBSERVADAS DE LLUVIAS Y CAUDALES MAXIMOS EN ALGUNAS CUENCAS DE ANTIOQUIA

Estudiantes: Diego Luis Tamayo Ruiz y José Alejandro Zuluaga Araque.

Director: José Vicente Guzmán Sossa  
551.483 T15

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo investigar la validez en algunas cuencas del Departamento de Antioquia, de la suposición corrientemente utilizada de que una lluvia de un período de retorno dado produce una creciente del mismo período de retorno.

Para ello se recopila información de series históricas de caudales máximos y de lluvias responsables de ellos, así como de diversas duraciones; para tal efecto, se selecciona un conjunto de cuencas relativamente pequeñas, en las que es de esperarse son aplicables las metodologías que permiten estimar crecientes a partir de lluvias, mediante las denominadas relaciones precipitación-escorrentía.

La información se selecciona de manera que puedan compararse las características probabilísticas de lluvias y caudales contemporáneos, no pretendiéndose en el trabajo investigar sobre las características de estos tipos de eventos en forma individualizada, por lo que se utilizan procedimientos en los que no es necesario adoptar suposiciones sobre las distribuciones probabilísticas subyacentes de los eventos extremos analizados.

La exploración de la validez de la mencionada suposición se realiza de una manera amplia, tratando de detectar una posible conexión probabilística entre los diferentes tipos de eventos lluvia - caudal considerados, utilizando como medida de ella la comparación de los períodos de recurrencia resultantes de eventos sucedidos en un mismo período de tiempo.

Sin embargo, no es posible verificar la validez de la suposición analizada al menos a nivel regional en el Departamento de Antioquia, coincidiendo los resultados observados con los que se presentan en trabajos desarrollados en otras partes del planeta.

## COMPARACION ENTRE EL METODO TRADICIONAL DE CASAGRANDE Y EL DE CONO DE CAIDA PARA LA DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Estudiante: Leonardo Tirado Sánchez

Director: Josué Carrillo C.

624.15136 T47

### RESUMEN

Debido a que en el medio (Colombia) el único método empleado para la determinación del límite líquido es el de Casagrande, y como existe otro método, cual es el del cono de caída o de penetración, empleado en diversos países europeos, el presente trabajo pretende hacer un análisis detallado de ese método y comparar los resultados con los obtenidos mediante el de Casagrande.

El aparato del cono de caída consiste en un cono de especificaciones determinadas que se deja caer libremente sobre una muestra de suelo remoldeada, y se toman como datos del ensayo el valor de la penetración del cono y el contenido de humedad de la muestra.

Partiendo de los valores del límite líquido de Casagrande y por medio de correlaciones se puede llegar a encontrar una penetración única que pueda definir el valor del límite líquido correspondiente a determinada humedad en el ensayo del cono de caída. Es así como en el método de Casagrande se tiene una relación número de golpes (N) contra humedad; de igual manera con el cono se obtiene la relación penetración (P) contra contenido de humedad de la muestra de suelo.

Las expresiones halladas por el método del cono de caída permiten conocer el valor del límite líquido (LLc) de la muestra, el cual es muy similar al obtenido por el método de Casagrande. La comparación establecida entre los resultados obtenidos por ambos métodos muestra su similitud y el porcentaje tan bajo de variación entre unos y otros.

## DEFINICION, CLASIFICACION, UTILIZACION, APLICACION DE ADITIVOS PARA EL HORMIGON

Estudiante: Pedro Pablo Tobón Gómez

Director: Elkin Castrillón O.

624.1834 T61

## RESUMEN

El trabajo presentado a continuación involucra la mayoría y los aditivos más importantes que se están usando, hoy en día, en el campo de la construcción de cualquier tipo de obra civil.

Los tópicos principales del trabajo, básicamente, son:

- Las modificaciones, que ocurren y que se pueden inducir, en las propiedades de los hormigones por la acción de los aditivos.
- La forma como actúan algunos de estos aditivos, para darle una o varias propiedades al hormigón.
- Los diferentes productos de base con los que se puede conseguir un determinado aditivo.
- Las utilizaciones posibles de los diferentes aditivos en el campo de la ingeniería civil, sus indicaciones, dosificación y presentaciones.
- Nombres de los aditivos que se ofrecen a los usuarios, así como sus respectivas casas de fabricación.

52

## DUCTILIDAD DE ELEMENTOS LINEALES DE HORMIGON REFORZADO

Estudiante: Gustavo Alberto Uribe Wills

Director: Elkin Castrillón O.

624.183 41 U74

## RESUMEN

En el presente trabajo se dan definiciones sobre la ductilidad para el diseño del hormigón reforzado. Se describe la importancia de la ductilidad en varios casos prácticos. Se hace un análisis de la ductilidad de secciones rectangulares de material elasto-plástico homogéneo, el cual sirve como base para calcular la ductilidad de secciones rectangulares de hormigón reforzado.

Se parte del diagrama tensión-deformación de los materiales constitutivos del hormigón reforzado (hormigón y acero), para obtener las curvas teóricas momento-curvatura de secciones rectangulares sometidas a flexión, y con base en las cuales se puede hallar la relación de ductilidad de las secciones.

Con base en los resultados obtenidos en la literatura que se estudia, se analizan las variables o parámetros que afectan la ductilidad de secciones rectangulares.

Por último y de acuerdo con un algoritmo que se obtiene para un programa de computador, en lenguaje BASIC (programa sencillo), se dan una serie de aplicaciones básicamente para comprobar el funcionamiento del algoritmo en secciones rectangulares de viga de hormigón no confinado y confinado.

53

## DISEÑO DE UN EDIFICIO DE CINCO PISOS CON ESTRUCTURA DE ACERO

Estudiantes: Nelson de Jesús Uribe Arango y Jaime Alberto Wilches Yepes.

Director: Augusto Trujillo A.

624.18334 U74

## RESUMEN

Este trabajo consiste en el diseño de un edificio en acero. El plano arquitectónico que sirvió de base fue el de un edificio existente construido en hormigón reforzado. Se usó el mismo sistema constructivo del edificio en hormigón, o sea pórticos planos en dos direcciones con nudos rígidos. Los pisos se diseñaron en madera con algunas vigas en acero.

Cada etapa del diseño va precedida de una pequeña explicación teórica, que incluye las fórmulas que se van a usar.

Los diferentes elementos del edificio en acero, se diseñaron tratando en lo máximo posible de que éstos materiales fueran de fácil consecución en el mercado (producción nacional o importados). Los perfiles usados fueron los denominados "W", de ala ancha o perfiles "H" formando un sistema reticular de vigas y de columnas conectadas por pernos mediante muñones de perfiles "T".

Finalmente se hace un estudio comparativo de costos de los materiales de los edificios en acero y hormigón para los elementos que componen el sistema de pórticos, como una aproximación al conocimiento del valor real que tendría la construcción de los edificios en estos materiales.

54

### ANALISIS DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS

Estudiantes: Jorge León Ardila Q. y Cayetano Emilio Cardona B.

Director: Miguel Osorio Pardo  
621.314 A73

#### RESUMEN

Todos los temas desarrollados en este trabajo son de gran interés para todas aquellas personas que en una u otra forma estén relacionadas con la ingeniería eléctrica, y que deseen conocer o ampliar sus conocimientos acerca de los transformadores trifásicos.

El trabajo comienza con un completo análisis del corto circuito en transformadores trifásicos basándose en la teoría de componentes simétricos.

Luego se presenta un estudio de las diferentes conexiones de transformadores trifásicos como son: grupos  $\Delta-\Delta$ , grupos  $Y-Y$ , grupos  $Y-\Delta$  y grupos  $Y-Y-\Delta$ ; haciendo énfasis en el análisis de las armónicas y sus problemas.

Otra parte importante del trabajo es el análisis de grupos trifásicos con carga simultánea y neutro aislado y la división de cargas desbalanceadas.

Uno de los análisis más interesantes tiene que ver con el estudio de los auto-transformadores trifásicos, en el cual se tratan las diferentes conexiones y se comparan entre sí para determinar, según el servicio requerido, la conexión que satisface su necesidad.

Por último se montaron unas pruebas de laboratorio con el fin de comprobar la teoría presentada en algunos temas que a nuestro parecer son los de mayor aplicación práctica.

55

### INFLUENCIA DEL PASO DEL DEVANADO EN LOS MOTORES DE D.C.

Estudiantes: John Albeiro Calderón Serna y Fabio Figueroa Mena

Director: Miguel Osorio Pardo  
621.313 2 C15

#### RESUMEN

El trabajo dirigido de grado "Influencia del paso del devanado del Rotor en las características mecánicas y eléctricas de los motores de C.D." está orientado a presentar una serie de resultados obtenidos que permiten optimizar el diseño de los motores de D.C., de acuerdo con unas determinadas exigencias de funcionamiento.

El trabajo comprende varios capítulos en los cuales se hace referencia a:

- Consideraciones analíticas para el cálculo de la bobina de excitación a partir de las dimensiones de la máquina y las características magnéticas. Un programa de computador recoge toda esta información y la procesa para obtener la característica voltaje  $V_s$  amperios vuelta/polo.
- Diseño óptimo para tres modelos de máquinas de D.C.: Paso diametral, acortado una ranura y acortado dos ranuras. Para el cual se encuentra la permeabilidad magnética del material de la máquina asumiendo que se trabaja en la zona lineal de la característica voltaje  $V_s$  corriente de excitación, y corriendo el programa por computador para el valor óptimo seleccionado se calcula la bobina de excitación necesaria.
- Análisis teórico de la influencia en la f.e.m., de la máquina por la variación del paso del devanado; se muestra con detalle la deducción de ecuaciones de recurrencia en función del ángulo de acortamiento para el cálculo de la f.e.m., promedio. Se hace uso de análisis de Fourier para tener un estudio de los armónicos en la máquina y su relación con el acortamiento del paso. Dada la dificultad para evaluar manualmente las ecuaciones involucradas, se presenta un programa en Basic para el cálculo de la f.e.m., promedio en función del ángulo de acortamiento y parámetros de la máquina.
- Influencia del acortamiento de bobina en la velocidad de vacío en la máquina como motor. Se analiza para los distintos modelos las variaciones implicadas.
- Finalmente se presenta la forma como afecta el acortamiento a la reacción de inducido del motor y sus implicaciones en la forma de onda de inducción resultante y el comportamiento con la carga mecánica.

## FASOMETRO DIGITAL

Estudiante: Guillermo León Franco Ríos

Director: Venancio Cañón R.

621.37 F71

### RESUMEN

Es bien sabido que los instrumentos de medida digitales, poseen mejores características con respecto a los instrumentos analógicos.

El fasómetro digital implementado permite a partir de dos señales de tensión no mayores a 440 voltios cada una, determinar el ángulo de desfase entre ellas, con una cifra decimal de precisión.

Dada la variación de frecuencia que permanentemente se produce en la red de potencia, el fasómetro constantemente supervisa el ángulo que se está midiendo, lo cual se efectúa a una tasa de 8,79 veces por segundo.

Las operaciones que internamente efectúa el fasómetro y que constituyen su esencia en lo que a diseño se refiere, se hallan básicamente ejecutadas por las etapas de división de frecuencia y de control del contador de 4 dígitos a través del sistema secuencial. El citado contador se halla constituido por un circuito integrado de alta escala de integración, que incluye además del contador propiamente dicho, el multiplexado y la decodificación BCD a siete segmentos de los cuatro dígitos que maneja el integrado.

## 57

### DEMANDA DE ENERGIA: PROYECCION DE DEMANDA DE ENERGIA MEDIANTE MODELOS ESTOCASTICOS DE DESAGREGACION

Estudiantes: José Ignacio Franco Restrepo y Ever de Jesús Maya Sánchez.

Director: Jorge Eduardo Rodríguez

621.312 1 F71

### RESUMEN

Este trabajo utiliza uno de los modelos de desagregación desarrollados para ser usados en hidrología,

para obtener a partir de una proyección anual de demanda de energía, los valores mensuales correspondientes conservando entre otras la condición de aditividad; esta aditividad equivale a que la suma de las proyecciones de los niveles de agregación temporal inferiores, debe ser igual a la proyección del nivel temporal superior. También se obtiene a partir de una proyección anual de demanda de un mercado, los valores correspondientes anuales de los submercados que lo compongan.

Para el desarrollo del trabajo, se toma como base los modelos estocásticos de desagregación de Valencia-Schaake, Mejía-Rouselle y Berdugo-García-Valencia, se selecciona el Modelo Básico de Valencia-Schaake y se implementa con la variable demanda de energía.

Inicialmente se considera el análisis de la demanda de energía como un proceso estocástico, presentando los análisis correspondientes de dicha variable en el tiempo.

Los conceptos básicos de las series de tiempo, de los modelos estocásticos en general y del Modelo Básico principalmente son presentados para una mejor comprensión del trabajo en general.

Para la implementación del modelo se toman los registros históricos mensuales de demanda de energía de las Electrificadoras del Atlántico, Magdalena y Sucre durante los años de 1972 a 1985.

Con el fin de observar y evaluar la variación de los parámetros del modelo en función de la longitud de la muestra histórica que se utilice para su calibración, se realiza un análisis de sensibilidad de dichos parámetros con los registros históricos disponibles. De estos análisis se deduce que existe un mínimo de información para el cual dichos parámetros se estabilizan en su magnitud. Se concluye además que para una longitud de la serie histórica de diez años en adelante, dichos parámetros se vuelven más estables.

Por último, se hace el análisis de los resultados de las series anuales y mensuales desagregadas, así como de los parámetros del modelo obtenidos con distintas longitudes de la muestra histórica.

Del análisis de resultados se concluye que las series anuales y mensuales obtenidas por el modelo básico, reproducen satisfactoriamente las series históricas realmente ocurridas con las cuales se comparan, lo que verifica el buen funcionamiento del modelo seleccionado (modelo básico de Valencia-Schaake) utilizando como variable la demanda de energía.

## ANALISIS Y RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UNA FABRICA DE BLOQUES DE CEMENTO

Estudiantes: José de la Cruz Múnera Ruiz y Martín Fernando Ocampo Duque

Director: Juan Diego Granados S.  
621.319 24 M85

### RESUMEN

Ante la no existencia de planos eléctricos de las instalaciones de la Fábrica Indural, se procedió a levantarlos. Elaborados estos planos se procedió a analizar el estado de las instalaciones eléctricas existentes y a dar recomendaciones que tiendan a mejorar el estado actual de éstas y a utilizar de una forma eficiente la energía eléctrica.

Se subdividieron las instalaciones de la fábrica por zonas, en cada una de ellas se realiza una función específica de la producción.

Ante la inexistencia de los planos de las instalaciones civiles, los cuales eran necesarios para el levantamiento de las instalaciones eléctricas, se procedió a levantarlos de una forma detallada.

## DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE MEDIDA PARA ESTUDIOS DE PERTURBACIONES RADIOELÉCTRICAS EN UN MODELO GEOMÉTRICO DE UNA LINEA DE TRANSMISION

Estudiantes: Luis Fernando Ramírez Arroyave y Hernán E. Villarreal R.

Director: Venancio Cañón R.  
621.384 11 R15

### RESUMEN

El interés del presente trabajo es diseñar y construir un sistema de medida capaz de cuantificar perturbaciones radioeléctricas generadas por el efecto corona, particularmente en un modelo geométrico de una línea de transmisión.

De los dos métodos más importantes para realizar tal medición, el de conducción y el de radiación, se escoge el de radiación, ya que resulta más práctico y económico, se diseña con las etapas de radiofrecuencia de un receptor típico de amplitud modulada acoplado tanto en la entrada como en sus etapas de salida de elementos sensores de tales perturbaciones radioeléctricas. Se escogió el receptor de amplitud modulada en el rango de frecuencia comercial de los 535 a 1605 KHz, siendo este rango de frecuencia el más afectado.

Los acondicionamientos se tratan de una antena circular a la entrada del receptor y circuitos de ponderamiento en sus etapas de salida, para obtener tres tipos de lecturas (pico, cuasípico y promedio) permitiendo así hacer comparación del comportamiento corona de los impulsos generadores del ruido.

## DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA PARA LA RESTAURACION DE LA ESTACION CISNEROS

Estudiante: Gloria Stella Restrepo Lotero

Directora: Clara Rosa Rojo C.  
621.319 2 R 37

### RESUMEN

La antigua estación Medellín, está en un proceso de restauración; dentro del que se enmarca el aspecto eléctrico que comprende el diseño de las redes eléctricas, telefónicas y canalizaciones para alarmas necesarias en las diferentes áreas que por su posible utilización lo requieran.

Es sumamente importante enfatizar que el presente trabajo es una aplicación del ramo de las Instalaciones Eléctricas, muy especial dentro de un proceso de restauración, no se puede disponer libremente de la edificación. Dado lo anterior, para el diseño final, fue necesario analizar no sólo los tópicos enmarcados dentro de la ingeniería en la parte correspondiente a las Instalaciones Eléctricas, sino también tomar como base los conceptos, indicaciones y limitaciones solicitadas por los arquitectos encargados de la restauración constituyéndose en un trabajo interdisciplinario sumamente estricto.

Es indispensable tener presente para el desglose del proyecto el hecho de que en Instalaciones Eléctricas en restauraciones no se cuenta con las facilidades y posibilidades que tienen obras nuevas, en reconstrucción

y/o remodelación ya que es imprescindible ceñirse a criterios impuestos por el restaurador y por la arquitectura misma; máxime cuando se trata de adecuar obras con categoría de monumentos históricos y de gran valor cultural.

Los criterios y normas seguidos para el cálculo y diseño de todos los apartes eléctricos referidos en el trabajo, están ajustados a los exigidos y comúnmente tratados en los proyectos de Instalaciones Eléctricas.

En el presente tomo se entregarán las conclusiones del estudio preliminar de la obra, lo esperado por los restauradores en el aspecto eléctrico, el diseño de las instalaciones eléctricas interiores, de las redes telefónicas en locales y zonas comunes, canalizaciones de alarmas, ubicación y diseño de la subestación eléctrica, localización de los diferentes centros de carga, de cajas de distribución telefónica, criterios de selección para los diferentes numerales y lista de materiales.

Este proyecto se llevará a efecto y se espera sirva al lector como ejemplo y estudio en el ramo de las Instalaciones Eléctricas en restauraciones.

## 61 RESTAURACION DE CARGA

Estudiante: José Francisco Suanca P.  
Director: Luis Alberto Fajardo  
621.319 1 S81

### RESUMEN

El presente trabajo ilustra en forma general, el proceso de operación de un sistema de potencia eléctrica, considerando sus principales características y los diferentes estados que en él se pueden presentar, dependiendo de las variaciones a las que se vea sometido en el transcurso del tiempo.

Entre los estados de operaciones se considera inicialmente el de emergencia, analizando las causas que las producen y las acciones que se recomiendan tomar en cada caso, para superar la emergencia y evitar una disminución del margen de seguridad en la operación del sistema; luego se analiza el estado de restauración, considerando sus planes, sus procedimientos y la metodología orientada a llevar nuevamente al sistema a una operación normal, en forma segura, rápida y ordenada.

Finalmente se revisan los procedimientos de restauración en el sistema interconectado de Colombia, con el fin de actualizar las normas usadas en la actualidad y adaptar hasta donde sea posible, las experiencias de otros países.

Adicionalmente se presenta un resumen del mayor colapso ocurrido en Colombia el 14 de abril de 1985 y se anexan las principales características del sistema interconectado nacional.

## 62

### VARIACION DE LOS PARAMETROS DEL MOTOR DE INDUCCION, JAULA DE ARDILLA, FREnte A VARIACIONES DE FRECUENCIA

Estudiante: Carlos Enrique Urrea Luján  
Director: Guillermo Mesa Betancur  
621.313 6 U77

### RESUMEN

En el presente proyecto, hallamos las variaciones de los parámetros de un motor de inducción trifásico, jaula de Ardilla para diferentes frecuencias. Para ello fue necesario hacer ensayos en el laboratorio, del motor a velocidad sincrónica y pruebas con el motor en carga.

Con los datos obtenidos de estas pruebas, calculamos los parámetros del motor y hacemos un análisis comparativo entre ellos, para determinar la precisión y confiabilidad de los valores encontrados.

Por último sugerimos algunas simplificaciones al circuito equivalente del motor, así como algunos cambios en los montajes de laboratorio.

## INGENIERIA DE GEOLOGIA 1988

## 63 CONSIDERACIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS DEL PROYECTO HIDROELECTRICO CALIMA IV; ALTERNATIVA LA PERLA ETAPA DE FACTIBILIDAD

Estudiante: Juan Guillermo Arango Solórzano  
Director: Eduardo Gómez  
551.483 A71

## RESUMEN

La zona del Proyecto Hidroeléctrico Calima IV, alternativa La Perla, está constituida principalmente por rocas metamórficas y por rocas ígneas.

Las rocas metamórficas, de muy bajo grado, son pizarras y filitas que muestran efectos dinámicos dúctiles, intenso fracturamiento y cuya dirección coincide aproximadamente con la dirección de la principal familia de fracturamiento que es N43° ( $\pm 19^\circ$ ) E/68° ( $\pm 30^\circ$ ) SE. Las rocas ígneas son diabásicas de diaclasamiento moderado, masivas y de buena calidad geomecánica.

Se encuentran fallas locales de actividad reciente y se caracterizan además por brechamiento y cizallamiento incipiente, alta silicificación, cambio abrupto en las pendientes e intenso fracturamiento y diaclasamiento.

Geomorfológicamente en el sector donde afloran rocas metamórficas hay una gran actividad erosiva asociada a zonas de fallamiento con escarpes casi verticales muy inestables. Donde afloran rocas ígneas, la erosión es moderada y la estabilidad se puede considerar regular.

La influencia sísmica del presente proyecto se considera en el área de un círculo con un radio de 200 kms. Y centro en cercanía de la alternativa a la que se refiere el presente trabajo y considerada de actividad moderada.

Las condiciones geológicas-geotécnicas del sitio de presa escogido son de bajas a medianamente aceptables considerando las bajas resistencias a la compresión inconfinada de las rocas del sector, al intenso fracturamiento y diaclasamiento y a la influencia propia de una falla (F. Las Lajas, Almeyda, 1987) y que presenta una cierta actividad aguas arriba del mencionado sitio de presa. El proyectado túnel de fuga en sus primeros kilómetros lleva una dirección casi paralela a la de las capas rocosas metamórficas las cuales se hallan intensamente fracturadas en dicha dirección y que junto con la calidad de la roca hará necesario su recubrimiento con concreto lanzado, mallas o anclas.

En última instancia los resultados de las perforaciones y de los ensayos como resistencia a la compresión inconfinada, Lugeón (para determinar permeabilidad), etc., definirán la calidad de la roca que permita la óptima construcción de las diferentes obras civiles del presente proyecto.

## 64

### ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DEL BARRIO VILLA TINA (PARTE ALTA)

Estudiantes: Oscar Gabriel Cárdenas Hernández y Oswaldo Ramos García.

Director: Juan David Pérez S.  
624.151 363 C17e

## RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en el barrio Villa Tina parte alta, localizado al Oriente del municipio de Medellín, cubriendo un área aproximada de 196.188 m<sup>2</sup>, en donde afloran las siguientes unidades litológicas: serpentinita fresca altamente fracturada, suelo residual y/o saprolito de serpentinita, flujo de Iodo, flujo de escombros y algunos depósitos de pendiente.

Predominan las pendientes mayores de 45%, las cuales se encuentran especialmente en las zonas periféricas del área de estudio. En la parte central las pendientes son menores debido a que esta zona ha evolucionado bastante geomorfológicamente.

Las quebradas presentan evidencias de un control estructural.

En el área de estudio se observan algunos fenómenos de inestabilidad, en los que contribuyen sus habitantes con el mal manejo del terreno, ya que se observan cortes totalmente verticales, aguas descontroladas y ausencia casi completa de vegetación.

Por tal motivo se llevó a cabo una zonificación geotécnica, en la cual se notan claramente las subzonas con diferentes grados de estabilidad.

Después de obtener algunas conclusiones sobre los principales factores que desestabilizan el área se plantean una serie de recomendaciones con el fin de mejorar la calidad del terreno y por ende las condiciones de vida de sus habitantes.

Durante la etapa final de este trabajo, el día 27 de septiembre de 1987 ocurrió "el deslizamiento de Villa Tina", por lo cual vimos la importancia de incluir un anexo acerca del mismo.

## GEOLOGIA, PETROGRAFIA Y PETROQUIMICA DE LA ZONA SUR DEL PLUTON DE SABANALARGA - ANTIOQUIA

Estudiantes: Carlos Fernando Correa V. y Nevardo Antonio Calle R.  
 Director: Humberto Restrepo A.  
 551.305 C67

### RESUMEN

El Batolito de Sabanalarga está ubicado en el Noroccidente Colombiano, en una zona de alta complejidad tectónica manifestada en zonas de cizalladura de hasta 4 km de espesor.

Las fallas principales que lo afectan tienen dirección N O - 20 E y N O - 20 W, con buzamientos predominantes al Este, y verticales; con ligeras variaciones al Oeste y diaclasas dispuestas perpendicularmente al sistema de fallas.

Sus contactos son fallados, limitando al occidente con metabasaltos, metaandesitas, y metadacitas, con texturas desde afaníticas hasta porfídicas; y limitando al oriente con esquistos miloníticos verdes y negros intercalados, originados a partir de un protolito volcanoesedimentario, con ligera recristalización metamórfica, no siendo claro si el metamorfismo es regional o hidrotermal para ninguno de los tipos de roca mencionados.

Presenta tres facies (mafica, intermedia y felsica), y una gran variedad petrográfica, desde gabros y hornblenditas, hasta tonalitas, pasando por microdioritas, dioritas, y dioritas cuarzosas; con hornblenda y plagioclase como minerales dominantes, y presentando una fuerte alteración hidrotermal de tipo propilítico con intensa epidotización y cloritización y una fuerte deformación tectónica manifestada en texturas tanto cataclásicas como miloníticas. Este cuerpo habría sido generado en un arco de islas intraoceánico inmaduro por un magma de composición grabróica o basáltica altamente diferenciado; posiblemente el mismo que generó las rocas volcánicas básicas de la Formación Barroso, por lo cual haría parte, junto con éstas, de la Secuencia Básica de Altamira; y presentaría diferencias notables con los "Plutones terciarios de la Cordillera Occidental", originados a partir de un arco magmático más evolucionado.

Su intrusión se habría producido en tres pulsos distintos, mafico, intermedio y felsico, en su orden, y se-

ría de tipo forzado, concebido como un proceso diapirírico polifásico combinado con fuerzas tectónicas, con orientación protoclástica. Su emplazamiento, de tipo mesozonal o más profundo, se infiere de la ausencia de texturas porfídicas, y la presencia de pegmatitas, estructuras cúmulos, orientación protoclástica, y deformaciones dúctiles en venas.

## ZONIFICACION GEOTECNICA SECTOR LLANADITAS PAN DE AZUCAR

Estudiantes: José Gonzalo Chica Rodas y Ricardo David González Rodríguez  
 Director: Frank Montoya Callejas  
 551. CH 42

### RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el estudio geológico-geotécnico de los barrios Llanaditas Nº 1 y Nº 2, localizados en el costado oriental de la ciudad de Medellín.

Para el desarrollo del estudio, además de los criterios siempre utilizados (aspectos morfológicos, propiedades mecánicas del suelo y geometría del terreno), se consideró la influencia del volumen de agua almacenado, para cuantificar las variaciones de los factores de seguridad, causados por los cambios de las alturas del nivel freático. Los resultados obtenidos muestran cómo a medida que el nivel freático aumenta, los valores de los factores de seguridad disminuyen, lo que significa que la ladera se hace más inestable.

La zonificación geotécnica hallada para la zona de estudio muestra que se tienen cuatro Subzonas estables, pero ninguna de ellas utilizable, por estar ubicadas en áreas de influencia de sectores inestables. Se tienen también seis Subzonas que son inestables no utilizables y otras tres que son inestables no recuperables por sus características morfológicas.

Dadas las características actuales que presenta el terreno, alto grado de infiltración en el sector del camino antiguo a Guarne, desprotección de la cobertura vegetal y destrucción del suelo causada por los procesos erosivos de las aguas lluvias y servidas, se infiere que en la zona no existen las condiciones propicias para tener asentamientos humanos.

Por lo tanto se recomienda que los barrios Llanaditas Nº1 y Nº 2 sean desalojados.

67

## ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE DEPOSITOS CUATERNARIOS EN EL BAJO CAUCA

Estudiante: José Luis Duque Pineda

Director: Juan David Pérez

553.13 D86

### RESUMEN

Los depósitos aluviales han sido poco conocidos en nuestro medio y por eso la técnica relacionada a la explotación de ellos ha sido muy poco utilizada para la recuperación de minerales pesados de interés económico. Esto es inquietante ya que la explotación en el Bajo Cauca se resume a una utilización de maquinaria y sin una ordenada planeación en la extracción de los recursos.

Las formas de concentración del oro en el Bajo Cauca depende del tipo de terraza explotada y al tipo de ambiente de formación local (Canales abandonados, Barras meándricas, Barras trenzadas, Oro diseminado en estratos al azar, retrabajamiento). Varios autores han descrito por lo menos cuatro niveles de terraza, en este trabajo se hace énfasis en el nivel Puerto Antioquia, este nivel es un nivel amplio, en el cual existe un paleocauce de gran amplitud y continuidad local, que coincide con un alineamiento más al Sur con el actual Río. El paleocauce tiene una acumulación de sedimentos que suman aproximadamente unos 30 m desde el techo a la roca basal, observándose por lo menos cuatro ambientes en su historia de formación, que son evidenciados por su sedimentología y por su contenido de Oro, que varía verticalmente según el tipo de ambiente.

Es de anotar que el valor económico de explotación del Oro depende de factores como: tipo de maquinaria, de la prospección, del dinero que existe para invertir y del ánimo de los inversionistas en dicha explotación.

El trabajo en su mayor parte se resume en la descripción estratigráfica del nivel Puerto Antioquia comparado con los diferentes valores de Oro.

68

## SEDIMENTOLOGIA Y LITOESTRATIGRAFIA DE LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LA VEREDA TIERRADENTRO Y EL LLANO DE OVEJAS, BELLO - ANTIOQUIA

Estudiante: María del Carmen Echavarría Zapata

Directora: Berta Inés Carmona

551.7 E21

### RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada al NW del Municipio de Bello (Antioquia), está constituida por un basamento cretácico de rocas metamórficas como: anfibolitas, metabasitas de alto grado, metatobas y cuarcitas; rocas ígneas intrusivas como: granodioritas de Plutón de Ovejas y el cuerpo ultrabásico denominado dunita de Medellín, asociado éste a una zona de esquistos cloríticos y actinolíticos en contacto con la anfibolita.

El basamento se encuentra suprayacido por distintos depósitos de vertiente de composición básica y ultrabásica y por depósitos torrenciales de composición granodiorítica principalmente.

En el presente trabajo se lleva a cabo el estudio sedimentológico y litoestratigráfico de estos depósitos definiéndose la Formación Quitasol.

El origen de los depósitos de vertiente según Shlemon (1979), se puede asociar a eventos sísmicos a escala regional complementados con una tasa de alta pluviosidad, dichos eventos muy probablemente se produjeron durante el último levantamiento de la Cordillera Central en el plioleistoceno, edad que Toro y Velásquez (1984) toman como límite inferior para que se diera la depositación de los coluviones.

El origen de los depósitos torrenciales se asocia a la acumulación de roca desprendida y arrastrada por grandes volúmenes de agua en épocas de alta pluviosidad o fuertes aguaceros. Dichos depósitos se generaron posiblemente durante el Holoceno.

69

## GEOLOGIA Y GEOTECNIA EN SITIOS DE INTERES DEL PROYECTO DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE RIO CHIGORODO (ANTIOQUIA)

Estudiantes: Nelson Gaona Losada y Jafet Naranjo G.

Directora: Isabel Rey de Valencia

551.483 G16

## RESUMEN

En la cuenca del río Chigorodó, ubicada en la región de Urabá al NW de Antioquia, se realizó un estudio geológico geotécnico, para dos posibles sitios de presa y uno de diques, como parte del estudio de factibilidad en el proyecto de aprovechamiento múltiple del río Chigorodó.

En el sitio Cerrazón I., aflora una secuencia de rocas sedimentarias del terciario superior donde predominan conglomerados, areniscas y en menor proporción limolitas y arcillolitas, las cuales presentan una actitud en promedio N33E/33NW. Estas rocas se encuentran afectadas por un sistema de fallas de tendencia N - NE, una de éstas pasa muy cerca al sitio de presa prolongándose hacia el Norte y pasando por la zona del dique.

En el sitio de presa Cerrazón I, se presentan dos familias principales de discontinuidades estructurales: Familia 1. N27E/56NW y la familia 2. N85W/V., las cuales en su orden producen un mayor fracturamiento del macizo rocoso y donde la familia 2. potencialmente conduce la mayor cantidad de agua.

Las areniscas y conglomerados en el sitio de presa presentan un bajo grado de cementación, un porcentaje de recuperación de mediano a bajo (<50%) y un índice de calidad de la roca muy bajo (R. Q. D. < 25%). Las arcillolitas y limolitas presentan indicios de cementación, un porcentaje de recuperación en general mayor del 50% y un índice de calidad de la roca (R. Q. D.) entre 25 y 50%. Estas propiedades asociadas a la presencia de acuíferos, intercomunicación de fracturas, presencia de discontinuidades abiertas y sin relleno, además de la baja compactación de las rocas y el buzamiento hacia aguas abajo, son condiciones desfavorables para la construcción de una obra civil en el sitio Cerrazón I.

Los materiales existentes en el sitio de presa desde el punto de vista de suelos, consisten en arenas limosas de gradación uniforme, de baja plasticidad, permeabilidad relativamente alta, LL entre 26 y 53 e IP entre 2 y 24. Para la zona del dique los materiales se clasificaron como arcillas de baja plasticidad, en menor proporción arenas mezcladas con arcillas con plasticidad media a baja, permeabilidad de media a baja, LL entre 27 y 47 e IP entre 6 y 25.

En el sitio Cerrazón II., se presentan rocas sedimentarias del terciario superior predominando arcillolitas y limolitas y en menor proporción areniscas y conglomerados, cubiertas en su mayor parte por tres niveles de

terrazas aluviales. Los estratos en este sitio tienen una disposición N23W/23NE en promedio. Una estructura anticlinal pasa cerca al eje tentativo de presa y su eje axial presenta una tendencia N20W aproximadamente. Se cartografiaron tres alineamientos topográficos en este sitio con las siguientes direcciones: N20E, N60E Y E-W a S50E. La tendencia general de las discontinuidades es E-W a N70-80E, con altos valores en buzamiento.

El suelo se compone de arcillas, arenas y gravas productos de meteorización. La fracción fina tiene en su mayoría plasticidad media a alta; las gravas presentan una permeabilidad relativamente alta, mientras que los mantos de suelo cohesivo tienen baja permeabilidad. Para la fracción fina el LL se ubica entre 26 y 73 y el IP entre 6 y 40.

En el sitio Cerrazón II no se han realizado perforaciones, pero por la presencia de gruesos mantos de arcillolitas y limolitas, un bajo grado de fracturamiento y el buzamiento hacia aguas arriba de los estratos hacen de este sitio un lugar de mejores condiciones litológicas que las que presenta el sitio Cerrazón I.

## 70

### ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO NECHI ENTRE PUERTO CLAVER Y RIO VIEJO

Estudiantes: Silvia Bibiana Sánchez C. y Claudia Patricia García G.

Director: Juan David Pérez  
551.483 G17e

## RESUMEN

El presente trabajo establece la caracterización geológica detallada del placer aluvial del río Nechí, comprendido en el área de estudio.

Regionalmente, el aluvión del río Nechí y de su principal afluente el río Porce, se comporta como una unidad muy heterogénea presentándose desde cañones estrechos y controlados estructuralmente hasta amplios valles.

Localmente, en el área de estudio se diferencian en superficie 4 unidades aluviales a saber, la llanura de inundación y 3 niveles de terrazas, diferenciables entre sí por sus alturas con respecto al nivel actual del río y por sus columnas estratigráficas. Los 3 niveles de terraza son auríferos y han sido intensamente explotados en la región.

La intensa dinámica fluvial del río Nechí se manifiesta en los numerosos cambios en posición y tamaño que sufren las geoformas fluviales presentes en la región. El análisis de dichos cambios permiten deducir una tendencia general de desplazamiento lateral del río Nechí hacia el este.

El análisis de cientos de registros de perforaciones realizadas en la llanura aluvial y terrazas adyacentes del río Nechí en el área de estudio, permitió discretizar vertical y horizontalmente 4 unidades aluviales profundas. Son ellas, las terrazas sumergidas y 3 paleozonas de influencia o paleoniveles. Tomando estas zonas como base y utilizando los criterios disponibles de profundidad del basamento y tenores de oro, se delimitaron dos paleocauces denominados Basal e Intermedio, respectivamente.

Los niveles Basal e Intermedio son ambos auríferos, encontrándose las mayores concentraciones de oro en el Nivel Basal. Así mismo, las terrazas sumergidas poseen contenidos importantes del preciado mineral.

El oro por su alto valor económico, atrae todo el interés en una campaña de explotación. Sin embargo, en el placer aluvial del río Nechí existen otros elementos que son de escasa ocurrencia y significativo valor económico. Dentro de estos elementos vale la pena destacar como importantes, el hierro, titanio y zircón. La clasificación del depósito aluvial del río Nechí como placer para dichos elementos sólo puede establecerse, después de realizar un trabajo encaminado a evaluar reservas.

## 71

### ESTUDIO PETROGRAFICO DE LAS ROCAS METAMORFICAS DE LA ZONA DE MONTEBELLO - ANTIOQUIA

Estudiante: Jaime Norberto Guarín Ocampo  
Director: Jorge Julián Restrepo A.  
552.4 G81

#### RESUMEN

Las rocas metamórficas de la zona de Montebello presentan diferentes tipos de litologías que se intercalan en relaciones gradacionales, predominando las rocas metapelíticas sobre las metabásicas y las metacuarzosas; siendo los esquistos cuarzo-biotíticos el grupo litológico más extendido en el área.

Las diferentes rocas de la zona son producto de un metamorfismo regional polifásico con evidencias de dos fases de metamorfismo, M1 y M2, y un metamorfismo retrógrado intenso. En el área de estudio, al Este de Montebello, se presentan migmatitas cuarzo-feldespáticas en contacto tectónico con rocas de más bajo grado, pudiendo ser una misma secuencia donde parte de las rocas se fundieron parcialmente o una secuencia distinta, donde ambas series fueron puestas en contacto por un fallamiento de rumbo. M1 presenta asociaciones minerales de alto y posiblemente de medio grado; sobreimpuesto a M1 se observa un evento metamórfico regional, M2, evidenciado en una segunda dirección de foliación presente en algunas secciones delgadas, con asociaciones de medio y bajo grado.

Un intenso metamorfismo retrógrado MR, afecta asociaciones minerales de M1 y M2, pudiendo ser contemporáneo con la segunda fase de deformación, prolongándose hasta la reducción de las condiciones de presión y temperatura de M2, donde se reemplazaron minerales originados en M2.

El evento metamórfico M1 es de tipo bárico de baja presión y M2 presenta mineralogías compatibles con uno de baja o de media presión.

Sobreimpuestos a los metamorfismos regionales anteriores se presentan efectos térmicos y dinámicos.

## 72

### ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMECANICOS DE LA CANTERA DE METROMEZCLAS ANCON NORTE COPACABANA

Estudiantes: María Cecilia Gutiérrez A. y Marta Cecilia Londoño González.  
Director: Alejandro Chica S.  
553.1 G87

#### RESUMEN

El presente trabajo constituye inicialmente un estudio petrográfico y estructural detallado del Ancón Norte y sus alrededores. Afloran allí varias de las rocas presentes en los alrededores de Medellín, con predominio de rocas metamórficas representadas por anfibolita (localmente granatífera o cumingtonítica), paraneises biotítico y anfibolico grafitos, estrechamente asociados a metabasitas con y sin granates, y un neis cuarzo-feldespático; además de rocas ígneas como dunita, roca gabro-diorítica y diques andesíticos o diabásicos, al igual que depósitos de vertiente y aluviones.

Las rocas metamórficas se ubican en las facies anfibolita, detectándose en ellas un alto grado metamórfico con presencia, al parecer, de fenómenos anatécticos; tales rocas presentan asociaciones mineralógicas representativas de dos tipos báricos: Abukuma y Barroviano.

Existe en el área una notable disposición estructural N40-60°W, con buzamientos de ángulos altos al oeste principalmente; a esta disposición le siguen en importancia las tendencias estructurales N40-60°E y N10°W a N10°E. Las familias dominantes de las diversas discontinuidades estructurales consideradas, presentan fuertes dispersiones de sus disposiciones promedio, debidas posiblemente, a la variedad litológica ya mencionada y a la incidencia de fallas menores y de complejos plegamientos.

Posteriormente, se hace un análisis cualitativo de la estabilidad del talud resultante de la explotación de la cantera, determinándose que es relativamente estable.

Finalmente, y teniendo un conocimiento previo de las rocas allí presentes, se evalúan sus aptitudes para ser utilizadas como agregados en la fabricación de concreto asfáltico, ya que con este fin son empleados en la planta de Metromezclas. Las rocas más representativas en cuanto a volumen, actualmente explotadas son, en orden de importancia: anfibolita y neises grafíticos, metabasitas, y roca gabro-diorítica. En general, presentan buenas características físico-mecánicas, siendo sus principales desventajas, el contenido de minerales tales como sulfuros de hierro, grafito, plagioclasa y micas, y su manera de presentarse que no permite una explotación selectiva.

## 73

### GEOMORFOLOGIA DE LOS MARMOLES DE RIO CLARO - DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

Estudiantes: Beatriz del Socorro Hernández Almanza y Hernán Vélez Pineda.

Director: John Liebens  
553.512 H37

#### RESUMEN

A fin de levantar el mapa geomorfológico de un área es necesario conocer antes la geología básica (litológia y estructuras) regional y local, el clima, la vegetación y el suelo para determinar la relación entre las diferentes variables; en esta parte del trabajo se conoció que los mármoles de Río Claro corresponden a una

secuencia metamórfica de edad Paleozoico que fue sometida a varios eventos tectónicos que generaron fallas, pliegues y diaclasas, las cuales además de la litología son importantes en el proceso de desarrollo del Kárst.

Las rocas calcáreas tienen la particularidad de desarrollar una morfología típica denominada Kárst, caracterizada por colinas, dolinas, cavernas y otros tipos de formas producidas por disolución que es el proceso de meteorización química, que prima sobre los procesos de tipo físico que están subordinados a éste.

Ubicados en este ámbito se hace imperioso conocer los mecanismos que actúan y los factores ambientales que controlan la ocurrencia de las reacciones químicas, para correlacionar con las geoformas descritas; aquí se encontró que el suelo es la principal fuente de ácidos para el proceso de disolución en Río Claro y que el gran aporte de precipitación y las condiciones de temperatura favorecen la formación del Kárst en esta zona.

A partir del análisis morfométrico y la correlación con las estructuras, litología, topografía y demás factores se pudieron obtener conclusiones acerca de la génesis de las geoformas.

## 74

### ESTUDIO DE RESISTENCIA AL CORTE EN SUELOS PROVENIENTES DE CENIZAS VOLCANICAS EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDIO

Estudiante: Marta Cecilia Lopera Puerta

Director: Josué Carrillo C.

624.151 36 L66

#### RESUMEN

Este estudio tiene como propósito estudiar la resistencia al corte en los suelos de origen volcánico que cubren gran parte del Departamento del Quindío.

Por medio de ensayos de laboratorio, se pudo establecer que la resistencia al corte en estos suelos provenientes de cenizas volcánicas no presentan una tendencia muy definida, pues los parámetros  $c$  y  $\phi$ , que la determinan, presentaron rangos de variación bastante amplios, pero en general son valores altos que indican una buena resistencia al corte.

Con el fin de determinar el posible control que pueden ejercer las diferentes propiedades del suelo ( $W\%$ ,

e, s,  $\gamma$ d) sobre la resistencia al corte se hizo una correlación entre los diferentes parámetros, ( $\phi$ , c, qu), con dichas propiedades; las tendencias obtenidas no fueron muy definidas, haciendo pensar en la posibilidad de que son otras las propiedades y/ $\phi$  características (como su composición mineralógica) las que ejercen algún tipo de control.

## 75

### EVALUACION DE UN YACIMIENTO DE MARMOL EN EL RIO ALICANTE MUNICIPIO DE MACEO - ANTIOQUIA

Estudiantes: Martín Alberto Molina Molano y Alvaro Mauricio Moreno Botero.

Director: Eduardo Gómez Reyes  
553.512 M65

#### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la Cartografía Geológica para evaluar el yacimiento de mármol y así determinar si hay una existencia de material que justifique la explotación y producción de cal agrícola, tan necesaria para la adecuación de tierras.

Las unidades litológicas existentes en la zona de estudio son: Esquisto Biotítico, Mármol, son las rocas metamórficas descritas por Feininger y otros, 1972, la Diorita del Batolito de Segovia, la Cuarzodiorita del Batolito Antioqueño; dique de roca Volcánica y depósitos recientes de talud. Esta zona presenta un fuerte control estructural representado éste por un plegamiento y posterior fallamiento. En la zona se encuentra una traza de la falla Palestina.

Las reservas probables del mármol son de 15 millones de toneladas y la calidad está suficientemente controlada, pues el promedio de  $\text{CaCO}_3$  de las muestras tomadas a lo largo de los cuerpos es superior al 85%.

Se hacen recomendaciones generales sobre la explotación de dicho yacimiento, pero es indispensable un estudio de planeamiento de explotación y desarrollo que determine el mejor método de explotación.

## 76

### PETROGRAFIA Y PETROQUIMICA DEL PLUTON, DE ALTA VISTA, ZONA NORTE, MEDELLIN

Estudiante: Ana Tatiana Cecilia Montoya Osorio  
Director: Jorge Julián Restrepo  
552 M65

#### RESUMEN

El Stock de Altavista se localiza al Oeste de la parte media del Valle de Aburrá, tiene una extensión de afloramiento de 83,1 km<sup>2</sup>, e instruye parte de las rocas del "Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central" que se presentan en el Valle de Aburrá. Las fallas más sobresaliente en la zona norte del stock son la Falla Boquerón (N20-30W) y la Falla Iguaná (E-W), aunque también son de relativa importancia las fallas inferidas del Moral y la Quiebra. Los alineamientos y diaclasas tienen una dirección predominante de NW. La geomorfología tiene una marcada influencia de las estructuras predominantes en el área y se encuentra suavizada o agudizada por los diferentes movimientos de masa.

Petrográficamente el stock presenta Facies Diorita, Facies Diorita Cuarzosa y Facies Granito-Granodiorita, las cuales en el mapa sólo se pueden representar como "Megafacies autóltica", que corresponde al 99% del total de la roca del Stock en la Zona Norte, y que están divididos así: diorita en un 92% y diorita cuarzosa un 7%, y la Facies Granito-Granodiorita que corresponde al 1% del total de la roca que aflora en la zona norte del stock. La heterogeneidad del stock consiste en la variada presentación de las características texturales de las diferentes facies existentes, principalmente de la Facies Diorita. La Facies Diorítica está en masas autólticas dentro de la Facies Diorita Cuarzosa, estando en mayor porcentaje la diorita; la Facies Granito-Granodiorita se presenta generalmente independiente, ocasionalmente tiene autolitos de diorita. Las relaciones entre las diferentes facies indican que primero se formaron las rocas dioríticas de grano fino y porfídicas, luego las dioritas de grano medio, seguidas de las dioritas cuarzosas y por último granitos-granodioritas.

La mineralogía del Stock de Altavista es un reflejo de la cristalización fraccionada del magma presentándose series de minerales variando de composición, de aquéllas que constituyen las rocas dioríticas hasta aquéllas que comprenden rocas graníticas. Esta variación secuencial en la mineralogía indica la diferenciación de un magma intermedio rico en sodio a un magma más ácido enriquecido en álcalis. El magma generador del stock es andesítico levemente sódico, y evolucionó hacia una facies más ácida y alcalina dando como resultado pequeñas cantidades de rocas graníticas. La afinidad magmática del stock es calco alcalina a alcalina. El magma posiblemente presentó básicamente dos pulsos de formación, dando como resultado las diferentes facies de rocas y la relación entre ellas, el stock posiblemente se emplazó en un arco magmático de corteza continental.

## MANEJO GEOLOGICO MINERO DE LA CANTERA MATRISA - COPACABANA

Estudiante: Gustavo Alejandro Montoya V.  
Director: Orestes Osorio  
553.1 M65 m

### RESUMEN

Se trata de una cantera ubicada en jurisdicción del municipio de Copacabana, a la altura del km 13 de la autopista Medellín-Bogotá.

En esta explotación se extrae material con el fin de destinarlo para la construcción de bases granulares en la pavimentación de carreteras, caracterizándose por cumplir las especificaciones de calidad exigidas para el objetivo perseguido.

El macizo explotado allí, pertenece geológicamente a lo que Botero G. (1963), definió como Grupo Ayurá-Montebello y que más tarde Restrepo y Toussaint (1984), definieron como Anfibolitas de Medellín. Aunque en el primer caso se les asignó una edad paleozoica y en el segundo cretácea, siempre aparecen como las rocas más antiguas presentes en la región; encontrándose en contacto con el Batolito Antioqueño y las Dunitas de Medellín, siendo el primero de carácter intrusivo y el otro fallado.

La zona se caracteriza por presentarse estructuralmente compleja evidenciado en la gran cantidad de fallas y el intenso fracturamiento de las rocas presentes en la zona, lo que es debido a la enorme influencia que tiene en la zona el sistema de fallas de Romeral-Rodas.

A nivel local se trata de un macizo compuesto por un cuerpo de neis cuarzofeldespático con sillimanita, que está acompañado de un pequeño cuerpo de anfibolita.

Esta roca se presenta muy diaclasada, con una tendencia de fracturamiento vertical, acompañada de una esquistocidad bien definida, mostrándose levemente inclinada hacia el este. Esto último hace que en los taludes excavados en tal macizo se esperen condiciones buenas de estabilidad en taludes aun con pendientes fuertes.

En este estado de cosas, se recomienda que el arranque del material se efectúe por medio de voladuras en bancos, diseñando éstas a partir de la elección

de un diámetro de perforación de cuatro pulgadas y un factor de carga de 0.6 kg/m cúbicos, de los que se derivan los demás parámetros que intervienen en el diseño, como son, espaciamiento, longitud de perforación, altura de banco y longitud de tajo inerte (steeming).

La minería efectuada en la cantera es de bajo rendimiento, debido al escaso volumen de producción impuesto por la capacidad de trituración de la máquina respectiva y al pequeño volumen de reservas probadas que se derivan del diseño geométrico preliminar elaborado en el presente trabajo.

### 78

## GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA INTRAMONTANA DEL RIO RISARALDA

Estudiantes: Hernán Múnera Chavarriaga y Luis Alberto Molina Arroyave  
Director: Michael E. James  
551.4 M85

### RESUMEN

Un análisis geomorfológico se centra en un principio en torno a la comprensión de las geoformas que configuran el relieve. En tanto esta comprensión se tendría una primera aproximación a la historia de estas configuraciones.

Principalmente un primer elemento de acercamiento está en torno al marco geológico. Entendiendo que el relieve se forma a partir de la acción del medio externo sobre el marco geológico, este marco tiende a generar la importancia en torno al estudio de las formas y es en él donde el relieve entra a tener los principales desarrollos que lo configuran. Intimamente relacionado a este marco geológico tendríamos el marco estructural, o sea la determinación sobre el azar de una causalidad que generaría un tipo de características propias a las formas, como control y direcciones de ejes montañosos, control sobre la red hidrológica, las características propias de un relieve estructural, como escarpes, silleteras, facetas y de formas estructurales como semigrávenes, bloques levantados, fuertes encajonamientos.

Estos dos marcos expresan la primera parte de lo que sería la base del relieve actual, sobre lo que los agentes de una morfogénesis y una morfodinámica serían los elementos que sustentarían el objeto de la geomorfología como el estudio de las formas de la tierra.

El marco geológico se caracteriza por ser genéticamente una litología de origen oceánico emplazada posteriormente y acrecionada al continente, siendo hoy parte de ésta. Este emplazamiento tiene dos preguntas en torno al origen de estas litologías, o sea al ambiente en que se formaron; o son producto de dorsal o de un arco de Isla inmaduro. Las litologías de origen marino están conformadas por rocas volcánicas de características toleíticas, volcano-clásticas y sedimentarias de características distrales, estas rocas pertenecen a la formación que al norte se le ha denominado la Formación Barroso. Asociada a estas rocas volcánicas marinas tenemos lo que se ha denominado el Complejo Ultramáfico de Puente Umbría, compuesto por gabro y serpentina; este complejo está asociado posiblemente a rocas pertenecientes a un ambiente de dorsal, aunque las características de la forma en que afloran permiten la pregunta de que si es posible haberse formado en un ambiente perteneciente a un arco de Isla inmaduro.

Otras litologías emplazadas en el área están relacionadas a actividades intrusivas en el Terciario y se dividen en dos tipos: Rocas pertenecientes al Plutón de Mistrató de características dioríticas con facies laterales de gabro y tonalitas y a rocas de características porfíticas de composición dacítica, posiblemente como remanentes de viejos cuellos volcánicos de la Formación Combia, cuya litología aflora en el límite norte de la zona.

Las rocas sedimentarias continentales están restringidas a dos sectores: Uno perteneciente a rocas del Terciario reciente, de ambiente lacustre y fluvial, aflorando en el sur de la zona de estudio, denominado Terciario sin diferenciar y otro, a sedimentos no consolidados pertenecientes al Cuaternario.

Estructuralmente el área es de importancia. Se observa un sistema de fallamiento a partir de esfuerzos compresionales que da origen a un sistema N-S de carácter inverso de alto grado, que crea sobre el área una tectónica de bloques. Existen otros tres sistemas posteriores a éste. El más viejo de tendencia N-NE, adquiere ciertos rasgos de importancia. El sistema N-NW es tal vez el más reciente y de bastante importancia en la generación de un relieve estructural. Otro sistema no cartografiado pero con existencia en el campo es el de dirección E-W. Fisiográficamente nos encontramos en una zona de transición entre el relleno de la Formación Combia al norte de Anserma y la Formación del valle geográfico del río Risaralda al sur de la localidad de La Isla. Esta transición tiende a generar un relieve montañoso de fuertes disecciones de los drenajes principales tendiendo a fuertes encajonamientos y a laderas

escarpadas a la vez que presenta un corte abrupto entre estas dos fisiografías.

El relieve evolutivamente es el producto del tipo de litologías, la incidencia del fallamiento sobre ella, así como de la acción de los agentes morfodinámicos bajo paleoclimas diferentes al actual.

Es un relieve que tiende a ofrecer actualmente una potencialidad alta a la dinámica de vertientes, conjugado con el clima, siendo una zona de abundante precipitación, que potencia los procesos erosivos a actuar degradando el paisaje.

Los procesos erosivos en un análisis tiende a presentarse bajo dos condiciones. El primero por las características del relieve, la influencia de la tectónica, siendo esta última de bastante importancia, y el clima.

El segundo elemento está en torno a la acción antrópica.

Los movimientos de masa por gravedad están asociados principalmente a zonas de falla; la reptación y la solifluxión asociadas en las características de los suelos, la infiltración de agua y la pendiente. La erosión laminar, el carcavamiento a la acción antrópica. Procesos erosivos de otro tipo, como erosión fluvial o cierto tipo de carcavamiento están asociados a zonas de intenso fracturamiento.

## 79

### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO (GUARNE, RIONEGRO, MARINILLA, LA CEJA)

Estudiante: Luz Estela Osorio T.

Director: Franklin Ortiz B.

551.483 O76

#### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo primordial el conocimiento de las condiciones hidrogeológicas en las unidades geológicas comprendidas entre las localidades de Guarne, Rionegro, Marinilla y La Ceja. Zona a lo largo de la cual la necesidad de un nuevo recurso de abastecimiento de agua potable es prioritario.

Como primer parámetro fueron delimitadas las unidades litológicas, existentes en el área de modo que permitieran ser utilizadas en una separación hidrogeo-

lógica. Siendo ellas: Depósito Sedimentarios (aluviones y terrazas) de las corrientes principales río Rionegro, quebrada Marinilla, río Pereira y quebrada La Mosca, las rocas ígneas del Batolito Antioqueño y las rocas metamórficas del grupo Ayurá-Montebello. Además se describe un flujo de lodo y el recubrimiento de cenizas volcánicas.

Dentro de la metodología seguida se llevó a cabo la realización de un inventario de pozos como primera etapa para conocer la posición del nivel freático, con los datos hidrológicos existentes en la región se realizó un balance hídrico para tomar una idea de la capacidad de infiltración, planeándose cinco sondeos geoelectrónicos con miras a definir en algunos sitios el espesor de las unidades litológicas, realizándose complementariamente un muestreo de aguas de pozos para la definición de las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua.

Finalmente se definen tres zonas cada una de ellas con características hidrogeológicas específicas:

Sedimentos Aluviales (aluviones y terrazas) bastante jóvenes que han sido clasificados como acuífero.

Las rocas ígneas del Batolito Antioqueño saprolitizadas que presentan buenas condiciones de infiltración y acumulación de aguas, pero de circulación lenta que está controlada por el fracturamiento, grado de descomposición de la roca y la topografía que podría considerarse como un acuitardo.

Y una unidad de rocas metamórficas que se considera una zona que presenta pocas condiciones para acumular y transmitir agua en cantidades aprovechables y se considera como un acuicludo.

## 80

### PETROGRAFIA Y PETROQUIMICA DEL PLUTON DE ALTA VISTA ZONA SUR

Estudiantes: Luz Marina Preciado R. y Héctor Jaime Vásquez M.

Director: Jorge Julián Restrepo A.  
552 P73

#### RESUMEN

El Plutón de Altavista, localizado en el flanco occidental del Valle de Aburrá, en el extremo norte de la Cordillera Central de los Andes Colombianos, cuen-

ta con un área de 83 km<sup>2</sup>, clasificándose así como un stock. Está compuesto por dos facies extremas, una felsica que comprende granitos, granodioritas, monzonitas cuarzosas y monzodioritas, y una básica comprendida por dioritas, microdioritas y microdioritas porfídicas. Ambas facies presentan una gran variedad de texturas, predominando las hipidiomórficas granudas en las primeras, y porfídicas en las segundas. Son comunes los diques de composición riolítica y andesítica, principalmente con espesores variables entre unos cuantos centímetros y varios metros.

Los contactos del stock de Altavista, en la zona sur, están casi completamente cubiertos por depósitos de pendientes y rellenos aluviales, excepto en los Esquistos Sericíticos de Ancón donde muestra su carácter intrusivo, con leves efectos de contacto.

Las principales estructuras que lo afectan presentan direcciones norte-sur, este-oeste y noroeste; éstas concuerdan con las principales estructuras del Valle de Aburrá.

Las características petroquímicas del cuerpo denotan para éste una formación a partir de, por lo menos, dos pulsos comagmáticos, siendo su magma parental de composición básica; un primer pulso daría origen a las rocas pertenecientes a las facies básica, y un segundo pulso, altamente diferenciado, daría origen a las rocas que conforman la facies felsica. Su emplazamiento fue superficial. De otro lado la edad del cuerpo es Aptiana-Albiana (cretácea) y presenta una tendencia petroquímica mixta, siendo calco-alcalino hasta alcalino y metaluminoso a peraluminoso. Esta tendencia lo diferencia del Batolito Antioqueño, el cual presenta un comportamiento a series calcoalcalinas normales; además el stock de Altavista presenta un contenido de álcalis y TiO<sub>2</sub> mayor que el Batolito Antioqueño y su formación se debe a un proceso normal de diferenciación a partir de un magma, al parecer, distinto al que dio origen al Batolito Antioqueño.

## 81

### EVALUACION GEOLOGICA DE UN SECTOR CARBONIFERO DEL ALTO SAN JORGE

Estudiante: Diego Salazar Vásquez  
Director: Eduardo Gómez R.  
553.24 S15

## RESUMEN

Carbones del Caribe Ltda., empezó la exploración de los carbones del alto San Jorge al sur de Montelíbano en 1976 y su operación minera a fines de 1982.

El área objeto de este estudio, está ubicada en el flanco occidental de un sinclinal asimétrico que tiene como eje aproximado el lecho del río San Pedro.

De acuerdo a los trabajos de perforación en el estudio regional se ha visto que los mantos de carbón del área son aproximadamente 20, y se agrupan en tres miembros: inferior, medio y superior.

La continuidad longitudinal en dirección al rumbo de los mantos se ha seguido por más de 16 kms y en el sentido del buzamiento en más de 4 kms.

La calidad, poder calorífico entre 9.500 BTU/Lb a 10.500 BTU/Lb y un alto contenido en volátiles hacen que este carbón se clasifique según la ASTM como un sub-bituminoso Tipo B.

En el estudio detallado que se hizo de un área para 7 mantos de carbón, de la parte superior, se obtuvieron las siguientes reservas:

- Carbón recuperable : 924.162.89 ton
- Estéril : 5.988.888.85 m<sup>3</sup>
- Relación descapoté : 1: 6.48

## 82

### ESTUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO DE LOS BARRIOS MIRADOR DEL 12 DE OCTUBRE, EL TRIUNFO Y PICACHITO ZONA NW

Estudiantes: Elizabeth Mejía Alvarez y Oscar de Jesús Zapata Ocampo.

Director: Eduardo Gómez R.

551 M34

## RESUMEN

El área del presente estudio geológico geotécnico está comprendida por los barrios El Triunfo y el Pica-chito, los cuales pertenecen a la Comuna # 2, localizada al Noroccidente del municipio de Medellín en el Departamento de Antioquia, cubriendo un área aproxi-mada de 58000 m<sup>2</sup>. El 78% del área corresponde a de-pósitos gravitacionales, conformados por un flujo de escombros y/o escombros y un flujo de escombros propia-los y/o escombros y un flujo de escombros propia-

mente dicho, el 22% restante corresponde al Saprolito de Anfibolita.

Las pendientes predominantes son mayores del 45% y en menor proporción existen pendientes entre 25%-35%, 15%-25% y menores del 15%.

Son numerosos los signos de desestabilización de esta ladera en la cual se puede observar: brotaderos de agua, sitios de empozamiento, grietas, andenes y cunetas desniveladas y agrietadas, deslizamientos y despro-tección general de la superficie, que en su conjunto contribuyen a: degradación de las propiedades mecá-nicas de los materiales, al lavado y arrastre del material fino de las diferentes unidades litológicas, a la forma-ción en superficie de surcos y cárcavas y en general al aumento de la erosión superficial.

Con todo lo anterior se efectuó una clasificación geotécnica del área de estudio, particularizándose en subzonas que varían de acuerdo a los diferentes factores involucrados.

Finalmente se plantean una serie de conclusiones y recomendaciones que responden al análisis crítico tanto cualitativo como cuantitativo que del área se hizo.

## INGENIERIA INDUSTRIAL 1988

### 83

### EVOLUCION DE LOS ESTUDIANTES DENTRO DE LOS PLANES DE ESTUDIO Y LOS RECURSOS INVOLUCRADOS

Estudiante: Marco Vinicio Arango Vidal

Director: Isaac Dyner R.

378.1 A71

## RESUMEN

El Trabajo que a continuación se presenta, se elaboró con el propósito de contribuir al conocimiento del costo que le representa un estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial a la Universidad Nacional de Colombia, Seccional de Medellín. Además, saber qué ocurre con la población estudiantil y los recursos que ésta demanda dependiendo de la política de admisión que utilice la Universidad.

Para la elaboración de un programa de computador que permitiera simular todo este proceso y efectuar proyecciones, se hizo uso de la dinámica de sistemas.

Esta nos permite construir un modelo que al definir correctamente el tipo de relación matemática que se da entre las diferentes variables involucradas; presente resultados iguales o similares a los que se dan en realidad mientras no se den fenómenos que sean ajenos al control del modelo.

El problema a tratar aquí, consiste en simular la evolución de los estudiantes a través de sus planes de estudio y los recursos que van demandando; para ello fue necesario conocer los datos acerca de cómo es este comportamiento. Una vez se obtuvieron estadísticas históricas se construyó un archivo de datos de manera que el programa determinara dicha evolución y al planteárse otras alternativas, permitiera ver que sucedería hacia un futuro y así poder tener bases para definir cuál política adoptar.

El modelo se construyó de forma que se pudiera adaptar a otras carreras y otro tipo de situaciones con leves cambios en su estructura o únicamente con variaciones en los archivos de datos; para que así sea verdaderamente una herramienta a la hora de efectuar una planeación.

## 84

### DINAMICA PERIURBANA, UN MODELO DE SIMULACION

Estudiantes: Luz Adriana Bolívar Bustamante y Luz Mery Berrío Echavarría.

Director: Isaac Dyner R.  
711.015 1 B65

#### RESUMEN

Dinámica Periurbana, es un modelo construido con la ayuda de las herramientas aportadas en la dinámica de sistemas para proyectar a través del tiempo los usos de los suelos en las zonas periurbanas (periféricas) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA).

El modelo se plantea para áreas periféricas, pero se toma el barrio El Corazón como un escenario donde se muestran los usos de los suelos desde el año 1982 hasta el 2040.

El presente trabajo consta de nueve capítulos, incluyendo introducción y conclusiones.

Los primeros cinco capítulos constituyen las bases teóricas para la formación del modelo y están dirigidos a aquellas personas interesadas en la planificación física de las ciudades.

En el primer capítulo, se describe el problema que acarrea la falta de planificación de las ciudades.

En el segundo capítulo, se consideran los aspectos teóricos, generalidades de las zonas periurbanas y la ubicación del barrio El Corazón dentro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

El tercer capítulo incluye conceptos y definiciones relacionados con la dinámica de sistemas: sistema, modelo, simulación periurbana y lo que son los diagramas causales y de influencia.

En el cuarto capítulo se toman las unidades elementales como modelos urbanos susceptibles de actividades planificadoras ya que se toman como sistemas en los cuales se pueden incluir los posibles usos de los suelos, dependiendo de si la unidad elemental se considera como una manzana, barrio o comunidad.

En el quinto capítulo se describen las variables tenidas en cuenta para la formación del modelo Dinámica Periurbana.

El capítulo sexto, requiere de mayor comprensión, por ser la parte técnica del trabajo, ya que en él se integran las variables del modelo a través de diagramas causales y de influencia, para luego formar las ecuaciones matemáticas, con las cuales se simula el Modelo Periurbano.

En el capítulo séptimo, se realiza la validación del modelo y se muestran los resultados a través de gráficos, desarrollados en el microcomputador por medio del paquete estadístico "Statistical Graphics" Versión 2.6.

En el capítulo octavo, se presenta la información técnica del modelo dinámica periurbana.

Por último, se muestran las conclusiones del trabajo.

## 85

### EL CONFLICTO SINDICAL Y LA ADMINISTRACION DE LA EMPRESA REGIONAL EN EL VALLE DE ABURRA

Estudiantes: Carlos Ignacio Henao F. y Luz Elena Rengifo M.

Director: Henry Marín  
658.315 4 H35

## RESUMEN

El estudio que se ha realizado sobre el conflicto sindical, se encuentra estructurado por un marco teórico de la investigación y un trabajo de campo.

El marco teórico comienza con una breve historia sobre el sindicalismo colombiano para pasar luego al estudio de la administración empresarial sindical, haciendo mayor énfasis en los aspectos que conciernen a las relaciones con los empleados, negociaciones colectivas, convenciones colectivas y las distintas estrategias de negociación colectiva empleadas tanto por sindicatos como por administradores.

Se complementa el marco teórico con un estudio sobre la estructura del sindicalismo en Colombia, analizando cada una de las centrales obreras, para concluir con el estudio sobre la estructura del sindicalismo en Antioquia y sus correspondientes federaciones.

La investigación de campo se encuentra precedida por un seguimiento a través de la prensa y la regional del trabajo para establecer cuál ha sido la evolución del conflicto sindical en Antioquia durante los años 1984 y 1985, pasando luego a la formulación de las hipótesis de investigación que sirven de base para realizar el muestreo con sindicatos y administradores, empleando un cuestionario particular para cada sector el cual es luego tabulado y analizado para sacar las respectivas conclusiones.

## 86

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACION DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE MICROFILMACION

Estudiante: Jorge Roa Sánchez  
Director: Pedro Palma  
686.43 R61

## 87

### ANALISIS E IMPORTANCIA ECONOMICA DEL RECICLAJE EN EL VALLE DE ABURRA

Estudiante: Abelardo Ruiz Ortiz  
Director: Germán García M.  
628.445 R84

## RESUMEN

Dentro de los objetivos principales del trabajo "Análisis e Importancia Económica del Reciclaje en el Valle de Aburrá", está el de presentar un estudio pormenorizado del reciclaje de residuos sólidos, comenzando por sus aspectos generales, y luego analizando uno a uno los elementos que intervienen en el reciclaje. En cuanto a la importancia económica del reciclaje, ésta se mencionará en el trabajo como producto del análisis del reciclaje.

Inicialmente se define el término "basura" como el material que de acuerdo a una definición subjetiva no tiene valor económico; pero que en el futuro puede tenerlo a través de un proceso de recuperación. Como interesa el aspecto económico de las basuras conviene diferenciar entre los términos recuperar y reciclar. Recuperar es tomar el material y hacer que recobre las propiedades similares para lo que fue diseñado, construido o producido inicialmente; mientras que, reciclar se refiere al reaprovechamiento del valor económico (mercadeo) de los residuos.

El reciclaje es de gran importancia a nivel mundial, nacional y local. En el Valle de Aburrá, según Planeación Metropolitana, EEVV de Medellín y Recuperar se producen 1800 t/día de basuras, de las cuales se reciclan 600 t/día o sea el 33% de la generación de desechos sólidos. Esta labor en constante desarrollo llena diariamente de satisfacciones y de ingresos a los recicladores del Valle de Aburrá, partiendo de lo que antes era simple basura, hasta obtener ingresos de orden de los \$21'000.000. Se benefician unas 21.000 personas con un salario promedio \$1000/día, el cual está por encima del mínimo legal vigente.

El Grupo Recuperar, promovido por EEVV de Medellín en 1983, es quien mejor maneja y controla la actividad del reciclaje a través de los socios y de la buena asesoría con que cuenta, sirviendo de modelo latinoamericano, colocando a Medellín como una de las ciudades más avanzadas en este aspecto. Además, es una de las primeras ciudades latinoamericanas en contar con un relleno sanitario bien diseñado y bien operado para una mejor disposición final de basuras.

La metodología empleada en la elaboración del trabajo es teórico-práctica (revisiones bibliográficas y visitas a empresas y cooperativas). Partiendo de la población y su producción per-cápita de basuras, hasta describir el sistema de recolección actual y determinar los grupos encargados del reciclaje, ingresos y cantidades recuperadas. Basado en los totales reciclados se incluye

el término índice de reciclaje (I. R.). El cual va a determinar los ingresos de los comercializadores.

Como todo proceso productivo o de operación tiene un costo, se procede a hallar los costos de operación de la actividad recicladora hasta obtener un 41,73% como rentabilidad sobre la inversión (para el caso específico de una comercializadora de papel, cartón y plástico). A su vez el estudio realizado refleja la realidad de unos individuos que comenzaron en medio de las basuras y la inmundicia, y ahora gozan de unos ingresos que les permiten subsistir y sostener a sus familias, a la vez que permite perfilar al reciclaje como unas de las empresas con mayor futuro en el medio por su alta rentabilidad, creando una competencia desleal y ocasionando con esto, desorden en los precios de compra y venta entre los comercializadores.

El reciclaje basa su expansión y rentabilidad en los altos costos de las materias primas importadas, originando en 1987 un ahorro de divisas para el país de US\$ 26'172.720, marcando de paso, beneficios económicos, sociales y ecológicos; los que ayudados por las distintas campañas que se adelantan, redundarán en un mayor beneficio a la comunidad, al tener que convivir diariamente con menos cantidad de basuras.

## 88

### CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PROCESADORA DE POLLOS

Estudiante: Eugenia Sandoval Montoya  
Director: Rafael Alvarez López  
658.562 S15

#### RESUMEN

Con el fin de recomendar a la empresa (Pollocoa Ltda.) un sistema de calidad total se realizó lo siguiente:

Para tener un conocimiento previo de la empresa y el enfoque fuera más práctico, se investigó acerca de la reseña histórica, el manual de funciones, con su respectivo organigrama, los procesos de producción, flujos y documentación existente actualmente. Con esta información se evaluó la empresa por medio de la norma Icontec 1800 y se realizó un perfil con el cual se pudo diagnosticar y recomendar elementos valiosos para un aumento del nivel de calidad de la empresa, así mismo para el establecimiento de un departamento de control de calidad donde no sólo se utilice el control

estadístico sino las demás herramientas indispensables para que este departamento sea completo y responda a las necesidades de los consumidores.

## 89

### VIABILIDAD TECNICA DE LA UTILIZACION DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZUCAR EN EL PANA

Estudiantes: Jairo Sandoval Castro y Mauricio Tamayo Vásquez  
Director: Carlos Rojas  
338.17 S15

#### RESUMEN

Con el fin de llevar a cabo una utilización de subproductos que resultan de la elaboración de miel virgen y/o alcohol (bagazo, cenizas, cachaza) se ha realizado el presente estudio para determinar la viabilidad de las variantes de inversión que se proponen evitando la quema del bagazo como combustible en las calderas y el desperdicio de las cenizas y cachazas dentro del ingenio. Se escogieron como productos finales los tableros de bagazo-cemento para una solución de vivienda barata y fácil de edificar, y por otro lado la "cenichaza" como un complemento para la fertilización de los sembrados de caña en la región. A estos productos se les determinó la demanda potencial y los canales de comercialización.

El proyecto está localizado en el municipio de Venecachí y la planta del PANA para la elaboración de miel virgen y/o alcohol, ubicada cerca a la cabecera municipal, en terrenos propios del Departamento de Antioquia. La planta de subproductos estaría ubicada dentro de la planta del PANA para facilidad y que se manifiesta en diversas variables tales como transporte, terrenos, seguridad, administración, etc.

La tecnología escogida es sencilla, además que se puede producir íntegramente en el país lo cual rebaja en forma notable los costos que acarrearía su importación, aduana y capacitación de personal.

Las obras civiles de adecuación de terrenos son mínimas, en cambio, los costos de materiales e insumos son relativamente considerables, ya que se transportarían desde Medellín y de Amagá (carbón); ya que la producción así lo exige.

Teniendo en cuenta que es un proyecto con fines sociales, se generaría empleo de mano de obra en la región y además no se desarrollarán sistemas complicados de producción, se contará con la dirección general de un ingeniero industrial que planeará, programará y controlará la producción de los subproductos.

La evaluación muestra una alta rentabilidad que con otros aspectos (generación de empleo, abaratamiento de soluciones de vivienda, buena utilización de los recursos naturales, aportes en contaminación ambiental, mayor utilización de las instalaciones, aperturas de nuevos mercados), permitan determinar la pre-viabilidad del programa propuesto.

## INGENIERIA MECANICA 1988

90

### INSPECCION ULTRASONICA DE SOLDADURA A TOPE EN PLATINAS DE ACERO

Estudiantes: José Alejandro Arango O. y Argemiro Rafael Arrieta Mendoza.

Director: César Chaves R.  
671.520423 A71

#### RESUMEN

El trabajo realizado consiste inicialmente, en la recopilación, análisis, selección y organización de información referente a la inspección ultrasónica de soldadura a tope, mediante la técnica de impulso-eco por contacto directo.

Posteriormente, basados en los procedimientos para la inspección de soldadura, se pasa a inspeccionar los patrones existentes en el laboratorio con el fin de obtener alguna experiencia en la detección y localización de defectos presentes en juntas soldadas a tope.

Finalmente, se procede a la elaboración e inspección ultrasónica de los patrones de soldadura, en los que se induce a propósito ciertos defectos típicos, que comúnmente aparecen en juntas soldadas, tales como, grietas, falta de penetración, falta de fusión lateral, inclusiones de escoria, poros.

Los datos de la inspección ultrasónica aparecen tabulados y las indicaciones de pantalla provenientes de los defectos detectados se representan en gráficas, con el fin de tener una clara visualización e interpretación de los resultados obtenidos.

91

### EFFECTO DEL COBRE EN LAS FUNDICIONES NODULARES AUSTEMPERADAS BAINITICAS

Estudiantes: Manuel Alberto Cárdenas G. y Carlos Alberto Rueda V.

Director: Jairo Moy Vargas  
671.2 C17

92

### ANALISIS DE MECANISMOS DE CUATRO BARRAS CON PUNTOS ACOPLADORES

Estudiantes: Julio César Correa R. y José Rodrigo Toro V.

Director: Jairo Cañón R.  
621.8 C67

#### RESUMEN

Este trabajo tiene la siguiente ordenación:

Después de aclarar la importancia, metodología, alcances y restricciones del proyecto, se entra a dar unas explicaciones breves sobre alguna terminología y un ligero repaso sobre ciertos manejos matemáticos. Esta parte no profundiza los tópicos tratados, sino que recuerda al lector lo necesario que será tener dichos conceptos claros a la hora de adentrarse en el análisis de los sistemas articulados.

Los mecanismos de cuatro barras propiamente dichos, y los mecanismos de manivela corredera son tratados en los capítulos tres y cuatro respectivamente. En ambos casos el desarrollo seguido comienza por dar una definición precisa de cada sistema, pasa luego a clasificarlos y termina con los análisis cinemático y dinámico (este análisis sólo se hace para los mecanismos de cuatro barras).

Cabe anotar que los mecanismos manivela-corredera es un mecanismo especial de cuatro barras, en el cual una barra tiene longitud variable y comúnmente se conocen con la siguiente notación:

Mecanismo de cuatro barras RRRR

Mecanismo manivela-corredera RRPR

En el capítulo cinco se dan las instrucciones de cómo deben ser manejados cada uno de los discos en que está condensado este trabajo. Como los programas son

muy fáciles de manejar y ya traen consigo múltiples indicaciones, se optó por desarrollar ejemplos de cómo resolver problemas.

Vienen luego las conclusiones y a continuación las recomendaciones donde se da una lista de cosas a tener en cuenta en futuros proyectos de este tipo.

Finalmente en los anexos el lector encontrará los listados completos de cada uno de los programas, las respuestas de los ejemplos descritos y algunos resultados interesantes de trayectorias de puntos acopladores de mecanismos.

## 93

### DISEÑO DE UNA MAQUINA LAVADORA DE PLACAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TRANSFORMADORES DE ENERGIA ELECTRICA

Estudiante: José Julián Durán Marmolejo

Director: Edgar Woodcock

621.815 D87

#### RESUMEN

La máquina lavadora de cinco etapas o túnel de lavado continuo, es uno de los medios utilizados para el tratamiento superficial de partes industriales, que posteriormente se van a someter a un proceso de pintura.

Un ejemplo de partes que requieren este tratamiento superficial, lo constituyen las láminas que forman las aletas de los intercambiadores de calor de los transformadores de energía eléctrica; debido a que estos transformadores son situados generalmente a la intemperie. Las aletas están conformadas por pares de estas láminas, que son obtenidas por medio de un proceso de estampado. La contaminación de las superficies de las placas debido al estampado, se elimina sometiendo a cada una de las placas a los siguientes procesos a través de la máquina:

- Desengrasado y fosfatizado. Consiste en la aplicación de un producto químico desengrasante para limpiar las superficies, utilizando la combinación de la aspersión a presión y temperatura.
- Enjuague. Los restos del producto químico son barridos por medio de la aspersión de agua a temperatura ambiente sobre sus superficies.

- Enjuague y pasivado. Rociado de las superficies con otro producto químico que complementa el tratamiento superficial; neutralizando la superficie para protegerla contra la oxidación.

- Secado con aire caliente. Es la aplicación de una corriente de aire caliente a presión, sobre las superficies para que salgan secas del túnel.
- Descargue. Las láminas salen del túnel y se apilan en un carro, para luego ser transportadas al túnel de pintura.

Cada una de estas etapas, es realizada en cámaras independientes adyacentes, que se comunican entre sí por medio de cortinas plásticas.

El transporte de la placa a través de la máquina, es por medio de una cadena de transporte, que recorre toda la longitud del túnel.

La máquina una vez ejecutada la cuarta etapa, descarga mediante un tobogán las láminas tratadas a un carro y éstas son trasladadas a la fase siguiente del proceso, que es la conformación de las aletas por medio de soldadura eléctrica.

En el desarrollo de este trabajo se utilizó la experiencia de las máquinas lavadoras de motores y partes de fabricación nacional e información recopilada de catálogos y textos de ingeniería.

## 94

### DISEÑO DE UN SISTEMA PARA PRODUCIR VAPOR A BAJA PRESION MEDIANTE CONCENTRADORES PARABOLICOS COMPUESTOS (C.P.C.)

Estudiantes: Hernando de Jesús Escobar Montoya y Francisco René Gómez Ceballos

Director: Angelmilo Matallana

621.471 E72

#### RESUMEN

El presente trabajo "Diseño y dimensionamiento de un sistema para producir vapor a baja presión mediante concentradores parabólicos compuestos tipo C.P.C.", desarrollado en seis capítulos, muestra de una manera progresiva la manera de lograr el tipo de concentrador y el sistema óptimo para producir 25 KW de energía como meta final.

En el capítulo 1 se dan generalidades sobre colectores focales mientras que en el capítulo 2 se hace un estudio más riguroso sobre espejos parabólicos.

El capítulo 3 hace un balance térmico completo para el concentrador tipo Winston y del cual dan cuenta los programas del Anexo 1.

Pero como es de esperar, en el sistema se presentan pérdidas térmicas a través de los ductos que conducen el vapor y de las superficies del concentrador, las cuales deben ser reducidas al mínimo posible como se expone en el capítulo 4.

Finalmente en el capítulo 5 y 6 se selecciona el sistema que se va a producir 25 KW y el número de ajustes necesarios de tal manera que los concentradores sigan la declinación solar durante el año, con el fin de lograr la mayor radiación directa sobre la superficie reflectora de los concentradores.

## 95

### DISEÑO DE EJES POR COMPUTADOR

Estudiantes: Conrado de Jesús Giraldo Luna y Juan Carlos Gómez M.

Director: Carlos Henríquez

621.823 G47

## 96

### DISEÑO DE UN TUNEL PARA TERMOENCOGIBLE

Estudiantes: Campo Elías Mosquera P. y Hernán Castro García.

Director: Eliseo Fresneda Bautista

621.815 M67

#### RESUMEN

La industria del medio, en su afán de disminuir costos de inversión, ha encontrado como alternativa para tal fin, el estimular estudios de diseño y construcción de equipos que tendrían que ser importados.

De lo anterior se deriva el presente trabajo, el cual tiene como objetivo, el diseño de un túnel de encogimiento, para empacar artículos con películas termoencohigibles; específicamente con polietileno regular.

Para lograr el objetivo, fueron fundamentales, las visitas realizadas a empresas donde existen funcionan-

do equipos similares, como también la información recopilada sobre películas de encogimiento.

La forma general del túnel se determinó mediante el análisis de túneles observados durante las visitas y el dimensionamiento y selección de los elementos mediante cálculos donde se aplicaron teorías existentes para cada caso particular.

Al final del estudio se obtiene un túnel con características de funcionalidad similares a la de los importados, a un menor costo, pudiéndose empacar artículos que estén dentro del siguiente rango de dimensiones:

- Altura Máxima: 14 cm
- Longitud Máxima: 30 cm
- Ancho Máximo: 23 cm

Con una capacidad de producción de 40 artículos/minuto.

El túnel dispone de una banda transportadora con velocidad variable, compuertas internas para regular el flujo de aire y control de temperatura. Estos elementos le dan versatilidad al poder utilizar varios tipos de películas de encogimiento para el empacado.

## INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA 1988

## 97

### PLANEAMIENTO Y DISEÑO A MEDIANO Y LARGO PLAZO DE LA CANTERA DE LA EMPRESA TOLCEMENTO S. A.

Estudiantes: Luis Alejandro Aparicio Soto y Miguel Enrique Gutiérrez Soto.

Director: Javier Ospina Vargas

622.351 A61

#### RESUMEN

Para la realización de este trabajo se presentó como anteproyecto a la empresa y la universidad el "Planeamiento y Diseño a mediano y largo plazo de la cantera de Tolcemento S. A.", con el fin de racionalizar su explotación y suministrar a la planta una materia prima de adecuada calidad.

Se procedió, tal como se tenía concebido, a realizar una evaluación global y exhaustiva de las operaciones y procesos de producción, desde la extracción de la materia prima hasta la obtención del producto final, identificando a la vez las fallas y limitaciones desde el punto de vista de las instalaciones y de la calidad de la harina cruda que se va a alimentar al Horno. Dichas fallas repercuten directa o indirectamente en el gran problema detectado correspondiente a los paros continuos de los Hornos por obstrucción de ciclones, los que afectan notablemente el normal desarrollo del proceso de producción.

Anotaciones hechas en la fábrica Tolcemento S. A., al respecto, por parte de ingenieros de la Compañía Polysius de Alemania destacan la importancia que tienen los componentes menores de la materia prima, considerados como nocivos para el proceso si están fuera de los rangos establecidos; por su parte ingenieros de la compañía asesora para el grupo caribe, Asland de España, asocian dicho problema a las maniobras operacionales y diseño de las torres de precalentamiento. Sentado, entonces, este precedente se procedió a evaluar la influencia de la composición química de la materia prima en cuanto a su contenido de álcalis y sulfato, además del Fe2O3 presente en el clinker en épocas de buena y mala marcha para ambos Hornos, se relacionó también lo anterior con los efectos de desestabilización que producen sobre el conjunto Torre-Horno los procesos y maniobras operacionales, las fallas de los equipos de soporte y las condiciones ajenas. Para esto hubo necesidad de dar la categoría de sistema al conjunto Torre-Horno por ser realmente el punto de convergencia de todos los problemas, así mismo denominar como subsistema a la primera y segunda etapa de las Torres de precalentamiento por ser la zona crítica de condensación de componentes menores y fusión de compuestos mineralógicos que pueden, por exceso de costra formada, obstruir los ciclones en cuestión.

Con base en la información sobre Paro de los Hornos y sus Causas, considerada de mucha importancia, y la Procedencia y Proporción de Mezcla de la materia prima, la que presenta limitantes en cuanto al sitio exacto de extracción del material por falta de topografía en la cantera, en la dosificación de dicha materia prima por carencia de un conocimiento detallado de su calidad y cantidad así mismo también por la falta de controles sistemáticos en algunas etapas de operación, se pudo obtener esencialmente que es en las cinco primeras horas luego del arranque de los Hornos donde se presenta el mayor número de paros por obstrucción de ciclones y que la composición química de la materia prima alimentada al Horno es similar en épocas de buena y mala marcha.

Sin embargo, pese a las limitaciones de la información antes mencionadas, se pudo deducir de su análisis que las maniobras operacionales y las fallas de los equipos de soporte del sistema pueden tener influencia como posibles causantes del problema y del mismo modo lo es la materia prima;clarando que dichas limitaciones y especialmente las relacionadas con el depósito mineral no permiten emitir un concepto sobre la causa exacta de las obstrucciones y menos aún servir como apoyo para elaborar y proyectar los trabajos de explotación del depósito mineral.

Finalmente se plantearán estrategias de trabajo para un mejoramiento controlado de las operaciones y procesos de producción en el tiempo (corto, mediano y largo plazo), éstas acerca de la calidad, dosificación, homogeneización de la materia prima y operación del proceso, así como del comportamiento de los equipos de soporte y condiciones ajenas al Sistema.

98

## LIXIVIACION EN COLUMNA DE MINERAL ALUVIAL.

Estudiantes: Manuel Salvador Boneth Giraldo y Beatriz Elena Figueroa Cano.

Director: Luis Alberto Meza S.  
622.7 B65

99

## PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE LA EXPLORACION DE CALIZA DE CEMENTOS RIOCLARO S. A.

Estudiantes: Carlos Mario Cárdenas A. y John Jairo Rodríguez O.

Director: Javier Ospina Vargas  
622.351 C17p

## RESUMEN

Cementos Rioclaro S. A. tiene a su disposición considerables volúmenes de material para la fabricación de cemento que puede garantizar una relativa estabilidad de la empresa en cuanto a materias primas se refiere por un considerable período de tiempo.

Sin embargo dichos recursos deben ser utilizados en forma adecuada para garantizar lo anteriormente expresado. Fácilmente se puede incurrir en errores que ocasionen la esterilización de reservas y por lo tanto la dis-

minución del volumen de materias primas aptas para la fabricación de cemento.

Este trabajo de planeamiento y diseño trata de anticipar algunas de estas situaciones para minimizar su impacto, tomando las medidas correctivas necesarias.

El oportuno suministro de estas materias primas en cuanto a cantidad y calidad y por un período de tiempo considerable con un máximo aprovechamiento de la infraestructura existente, es la tarea principal del sistema en cuestión.

Las características de los ambientes externo e interno son determinantes para el desenvolvimiento de la explotación de las materias primas y comprometen aún más su uso racional. El mercado del cemento y sus perspectivas para los próximos años implica una gran demanda sobre aquéllas. Igualmente, las características que deben tener limitan enormemente los volúmenes debido a las restricciones de calidad y propiedades físicas aunque se haga uso de los sistemas de homogenización.

Considerando los anteriores parámetros y analizando las características geológicas del depósito calcáreo se encontró que existen ciertas limitaciones en cuanto a la disponibilidad de reservas probadas de dichas materias primas. Aun así se tiene la certeza de que existen volúmenes considerables que por ahora se pueden asumir como reservas probables y mediante estudios geológicos detallados se podrán incorporar dentro de los límites de la mina a corto plazo.

El análisis anterior se ha realizado teniendo en mente el sistema a tratar en la sección de canteras y sus interrelaciones con la planta; el cual ha sido evaluado en su funcionamiento actual. De este análisis se han desprendido una serie de problemas que pueden ser resueltos mediante la implementación de una propuesta integral y con la creación de un departamento de planeamiento minero dependiente del departamento de materias primas.

En la propuesta mencionada se plantea una alternativa para la explotación de las materias primas de la zona A la cual trata de cubrir al máximo los objetivos propuestos. Dicha alternativa se divide en tres etapas de acuerdo a ciertas características. La primera como etapa de transición a la implementación de una explotación selectiva; la segunda etapa con una buena disponibilidad de fuentes de materias primas de alta calidad y silíceas y, la tercera con la necesidad de tener una fuente externa de mármol silíceo debido a su agotamiento en la etapa precedente. Igualmente se planteó la

forma de llevar a cabo las operaciones unitarias en el sistema y utilización de la infraestructura.

Sin embargo la propuesta se centra en los sistemas de control que es necesario implementar con el propósito de darle continua vigencia. Los controles a nivel geológico, sobre la producción, operaciones y sobre el planeamiento y diseño mismo serán las mejores herramientas para que el departamento de planeamiento minero pueda reevaluar continuamente su perspectiva.

## 100

### PREFACTIBILIDAD DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO EN CARBONES SAN FERNANDO S. A.

Estudiante: Jesús Antonio Castaño Vélez

Director: William Castro M.

553.24 C17

Con apoyo en un trabajo geológico de campo en la propiedad Carbones San Fernando S. A., ligado a las respectivas verificaciones y correcciones de la información geológico-minera de la zona, se seleccionan unas áreas de explotar superficialmente que contienen los mantos principales del sector minero.

Se procede luego a un tanteo económico inicial basado en costos de movimiento de tierras en una explotación superficial cercana. Con este tanteo inicial y la ayuda de aspectos técnicos se elabora el diseño geométrico de la mina, acorde a las condiciones locales. De acuerdo a dicho diseño, se realiza el diseño operacional de la mina, el cual comprende: bases técnicas, secuencias extractivas, producción, maquinaria, ciclos, personal, vertederos y aspectos generales de operación.

Por último, se efectúa una evaluación económica en cada área y sus mantos; partiendo de la premisa del alquiler horario de maquinaria, además de las secuencias, lapsos de extracción y precios del carbón en bocamina. A partir de lo cual, con una proyección de los precios del carbón en el tiempo y la utilización de un método de evaluación de proyectos de inversión, se obtienen los resultados y flujos de caja respectivos. Acorde a tales resultados y bajo la premisa económica expuesta se establece la atractividad y prefactibilidad de explotación de las áreas en estudio; con lo cual se pueden proyectar campañas para un estudio de factibilidad inmediato.

## 101

### ESTUDIO DE LIXIVIACION DEL MATERIAL ESTERIL EN EL CERREJON NORTE

Estudiante: Nelson de la Pava Garavito  
Director: William Castro M.  
622.33 D35

#### RESUMEN

El plan de restauración para la mina de El Cerrejón zona norte, realizado en el año de 1982, mostró una serie de problemas relacionados con la calidad del material rocoso a extraer, que podrían afectar el desarrollo normal de reforestación o revegetación, por su contenido tóxico durante el proceso de lixiviación.

Por consiguiente, se recomendó realizar un estudio más detallado de las características fisicoquímicas de los estratos de material estéril, y del efecto de la lixiviación sobre éste. Se tomaron las muestras, se analizaron y luego toda la información fue sistematizada, para realizar conjuntamente un análisis estadístico de los resultados.

Estos análisis permitieron establecer, que el material en estudio se caracterizaba por ser rico en sales y sodio (Salino-sódico) y por no presentar condiciones tóxicas para la revegetación. Este material salino-sódico, se recomendó tratarlo con métodos de irrigación que ayuden a disolver las sales y a incrementar su fertilidad. Además, es necesario que con base en los resultados de este trabajo, se continúen los estudios, mediante ensayos agrícolas, que optimicen el uso de este material en su disposición de retrollenado.

## 102

### ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS HIDROCICLONES A NIVEL DE LABORATORIO

Estudiantes: Jesús María Duque Roldán y Alberto Erick Martínez H.  
Director: Luis Emilio Sánchez Zapata  
622.7 D86

#### RESUMEN

Se estudió la clasificación de un mineral silíceo rico en sulfuros con una gravedad específica promedio de 3,3 g/cc., en unos ciclones con la siguiente geometría:

$D_u$	$D_i$	$D_o$	$L$	$l_{vf}$	$L_{cil}$	$L_{cono}$	$\beta$
D	D	D	D	D	D	D	D
5	0,24	0,28	0,38	5,90	0,80	2,5	3,40
10	0,20	0,21	0,40	3,68	0,37	0,95	2,74

donde:

- D : Diámetro del ciclón, en cms  
 $D_u$  : Diámetro de la espita, en cms  
 $D_i$  : Diámetro de la entrada, en cms  
 $D_o$  : Diámetro del vortex finder, en cms  
L : Longitud total del ciclón, en cms  
 $L_{vf}$  : Longitud del vortex finder, en cms  
 $L_{cil}$  : Longitud del cilindro, en cms  
 $L_{cono}$  : Longitud del cono, en cms  
 $\beta$  : Angulo doble del ciclón, en grados.

Se comprobó experimentalmente que las variables de operación y diseño obedecen al modelo general propuesto por Lynch.

Se obtuvo como coeficiente o parámetro para las curvas de eficiencia reducida al valor de:

$$\alpha \text{ promedio (p-50)} = 3.$$

$$\alpha \text{ promedio (p-100)} = 4$$

Las curvas de eficiencia corregida se obtuvieron con la ayuda del modelo de suma exponencial utilizado por Lynch ecuación (1.26).

## 103

### EVALUACION E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE BENEFICIO DEL MINERAL AURIFERO DE LA MINA SAN DIEGO-FRONTINO

Estudiantes: Luis Fernando Escobar Mesa e Iván Diego Garcés Valencia.

Director: Luis Emilio Sánchez R.  
622.7 E72

#### RESUMEN

Se caracteriza y se implementa (modifica) el sistema existente de la Planta de Beneficio de Minerales de la Mina San Diego, modificando principalmente la malla de control de las baterías californianas de molienda

primaria. Esto implicó una disminución de la capacidad de molienda, pero a su vez aumentó la recuperación global de oro, así: 51.39% para el sistema antiguo y 78.89% para el modificado (actual).

Los cambios mostraron una inversión en la recuperación de oro en la parte de concentración primaria común a ambos sistemas. Así: para el sistema antiguo la recuperación de Au fue de 39.35% en canalón (gantes) y 12.04% en mesa vibratoria; y para el sistema modificado la recuperación de Au en canalón es del 29.73% y en mesa vibratoria primaria del 46.76%.

La modificación sustancial del sistema actual con relación al sistema antiguo fuera de las condiciones granulométricas que implica el cambio de la malla de control, lo constituyó la adición de un ciclo de reducción de tamaño secundario (molino rotatorio de bolas) y una etapa de concentración secundaria (mesa vibratoria Nº 2), con lo cual sólo se logró un aumento de la recuperación total de Au de un 2.4% para un total del sistema modificado del 78.89%. Este bajo efecto sobre la recuperación de la sección secundaria de preparación y concentración en el sistema modificado, se explicó principalmente por el mal sistema de alimentación del molino rotatorio (en forma manual), el mal diseño del revestimiento y tamaños inadecuados de las bolas, lo cual se tradujo en una baja razón de reducción (aproximadamente 2), lo que a su vez implicó un alto rendimiento y baja recuperación del concentrado secundario (20.3% y 34.8% respectivamente).

A lo anterior debe agregarse la política rígida de la empresa con relación a la implementación de un equipo de dosificación más técnico, para una explotación más racional del equipo de reducción y concentración secundaria. Además de esto, debe considerarse la no disponibilidad de equipos de bombeo y dosificación de pulpas adecuadas en la planta

## 104 PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE LA MINA SAN DIEGO

Estudiantes: Francisco Enrique Estrada R. y Jorge Alberto Jaramillo Pereira  
Director: Javier Ospina Vargas  
622.1 E77

### RESUMEN

El Trabajo Dirigido de Grado: Planeamiento y Diseño de la Mina San Diego, de Agrominera El Cerro, localizada en el municipio de Frontino (Noroccidente

del Departamento de Antioquia), y ubicada en el contexto de la pequeña minería, fue motivado principalmente por la necesidad de vertir una serie de recursos hacia este sector y la necesidad imperativa de plantear programas que racionalicen el uso del recurso mineral, en la mina citada.

Un diagnóstico de la situación de la mina en las condiciones actuales, refleja, o bien la ausencia de estudios y programación adecuada de actividades y/o operaciones, o la concepción errática de éstos, dando como resultado una serie de problemas que hacen que la estructura general de mina funcione bajo condiciones caóticas en los diferentes niveles (Técnico, Administrativo y lógicamente operacional).

La situación existente, exige la puesta en marcha de programas, mediante una estrategia de planeamiento y diseño que hagan de la mina una estructura funcional, operada y supervisada mediante proyectos debidamente analizados, acordes con las necesidades que el sistema exija y con prioridades emergentes del diagnóstico realizado.

En el presente contexto se presentan las soluciones a los problemas encontrados, según un orden de prioridades pre establecido, que de ser implementada la propuesta de planeamiento y diseño, repercutiría en beneficios tanto económicos como técnicos y operacionales.

## 105 FLOTACION DE SULFUROS POLIMETALICOS

Estudiante: Martín Bernardo Estrada Montoya  
Director: Javier González O.  
622.752 E77

### RESUMEN

En este trabajo sobre flotación de sulfuros polimétalicos, se estudia la incidencia que tienen los factores granulometría, colectores, activantes, depresantes y pH sobre el tenor y la recuperación de los sulfuros de plomo, hierro y zinc en un proceso de flotación selectiva.

Los mejores tenores y recuperaciones para los concentrados de Pb, Zn, Fe fueron los siguientes: 54% y 81.22% para el Pb: 55% y 88.76% para el Zn: 43% y 69.30% para el Fe.

Los resultados experimentales obtenidos permiten considerar el proceso de flotación selectiva como la

técnica más apropiada para la concentración de estos sulfuros polimetálicos.

106

## ESTUDIO DE ALGUNAS VARIABLES EN FLOTACION

Estudiante: Nelson Hernández Tobón

Director: Javier González O.

622.752 H37

### RESUMEN

En el presente trabajo se realizaron pruebas de microflotación con muestras de calcopirita y pirita de alta pureza. En estas pruebas se estudió la flotabilidad natural, así como el efecto de algunos depresantes, acondicionadores de pH y oxidante sobre los mencionados minerales.

La máxima flotabilidad natural de la calcopirita se obtuvo en el rango de pH de 7 a 9 y su valor fue 48%, dicha recuperación para calcopirita es considerada como baja. En el caso de la pirita la máxima flotabilidad natural se presenta en un pH entre 4 y 5 y su valor fue 45%, siendo moderada y ligeramente menor que la de la calcopirita.

Cuando adicionamos un colector (etilxantato de sodio) la flotabilidad se ve mejorada tanto en la pirita como en la calcopirita adquiriendo valores de un 70% para la calcopirita cuando se utiliza 140 g/ton de colector.

Al agregar cianuro de sodio la flotabilidad disminuyó en la pirita hasta 58% en tanto que para la calcopirita aumentó moderadamente casi hasta un 80% cuando se utilizaron dosis entre 30 y 50 g/ton con adición de 140 g/ton de colector (etilxantato de potasio).

Las flotabilidades naturales de pirita y calcopirita disminuyeron casi a la mitad cuando el mineral se dejó a la intemperie durante dos meses.

Agregando un oxidante fuerte se encontró que en dosis moderadas la calcopirita mejora levemente su flotabilidad (aumenta aproximadamente un 7%), en tanto que la pirita con cualquier dosis de oxidante disminuyó su flotabilidad.

107

## TIOUREACION DE CONCENTRADOS AURO-ARGENTIFEROS CON ADICION DE SO<sub>2</sub>

Estudiantes: Henry Alberto Madrid M. y Marco Fidel Peña Muñoz

Director: Luis Alberto Meza S.

669.22 M13

### RESUMEN

En el Centro de Investigaciones en Metalurgia Extractiva de la Universidad Nacional - CIMEX se estudió e implementó la técnica no convencional de Tioureación en medio ácido con adición de cantidades variables de SO<sub>2</sub> a un concentrado gravimétrico auro-argentífero, procedente de la Mina Echandía (Marmato-Caldas), lográndose altas extracciones de oro y moderadas extracciones de plata pero reduciéndose sustancialmente los consumos de agente lixiviante (1 kg/ton de Tiourea).

En la realización de los experimentos se tuvo en cuenta parámetros como: concentración de Tiourea, de Ion Férrico y cantidad de SO<sub>2</sub> agregada. Las pruebas se ejecutaron a temperatura ambiente, con una densidad de pulpa de 3:1, a un pH entre 1,0-1,5 y por un tiempo de lixiviación de ocho horas.

Empleando una concentración de Tiourea de 60 kg/ton conjuntamente con una concentración de Sulfato Férrico de 30 kg/ton, se alcanzaron extracciones del 99.7% para oro y del 43.0% para plata.

La recuperación del oro y la plata de la solución lixiviante se llevó a cabo mediante la cementación con polvo de aluminio. La solución débil obtenida en esta etapa fue reconcentrada con los agentes lixiviante y oxidante y recirculada nuevamente al proceso, lográndose también altas extracciones de metales preciosos.

108

## PLANEAMIENTO DE LA EXPLORACION DE CALIZA EN LA MINA "LA SALINA"

Estudiante: Jorge de Jesús Ricardo Díaz

Director: Alvaro Correa A.

622.351 R42

## RESUMEN

El presente estudio comprende esencialmente los siguientes aspectos: en la primera parte se presentan algunas generalidades del yacimiento: localización, topografía, geología y método de explotación actual.

Seguidamente se presentan los resultados del trabajo de campo efectuado para determinar el rendimiento real del equipo en las labores de arranque, cague y transporte tanto de caliza como de estériles. Además se hace una evaluación de reservas en las dos formaciones que componen el yacimiento: Cogollo y La Luna; también un estudio sobre botaderos.

Basado en los resultados anteriores se hace luego el planeamiento de la explotación de acuerdo a los requerimientos de la planta en cuanto a calidad y cantidad, teniendo en cuenta la disponibilidad de equipo.

En la parte final del trabajo se hace una evaluación de los costos de explotación.

## 109

### MINA EL RETORNO. ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO NIVEL INFERIOR

Estudiante: Edgar Usuga Peláez

Director: Juan Bautista Flórez

M. Y. Elkin Vargas Pimiento

622.33 U78

## RESUMEN

En este trabajo se muestra cómo debe estudiarse en forma integral, los diferentes sistemas que conforman una mina, partiendo de la situación actual de la Mina El Retorno con una aceptable mecanización y explotación del carbón a favor de la gravedad, para acoplarla a la explotación del carbón en contra de la gravedad, empleando las técnicas, métodos, equipos, herramientas, elementos y personal más adecuados al nuevo tipo de trabajo.

Se trata de establecer un planeamiento a corto y largo plazo, con un desarrollo armónico de las diferentes partes componentes del proyecto, con el fin de darle una eficiente solidez técnica y económica.

Para realizar el proyecto se hizo un estudio geológico de la zona investigando las condiciones de los trabajos mineros existentes, en los cuales a lo largo de las

principales cruzadas se efectuó un levantamiento de las columnas estratigráficas que, con ayuda de los planos topográficos actualizados, se logró correlacionar los mantos y establecer su cantidad, además se estableció en forma aproximada el comportamiento de la estructura sinclinal, tanto en el rumbo como en el buzamiento. Parte del estudio anterior, se apoyó en la tesis de los ingenieros Samuel Duarte y Luis Jairo Díaz "ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO NIVEL INFERIOR MINA LA PAGUA".

También se recopiló la información necesaria sobre el estado de la industria minera y mercado carbonífero de la región. Se analizó la situación de la mina antes de iniciar el proyecto, se determinó su capacidad técnica de producción, se establecieron los planes de desarrollo y preparación, método de explotación, distribución de la producción, necesidades de personal, el plan de inversiones y de financiamiento, y al final se hizo la evaluación económica.

## 110

### DESARROLLO DE UN MODELO DE LIBERACION MINERAL

Estudiantes: Luz Marina Yepes R. y Carlos Mario Velásquez J.

Director: Luis Emilio Sánchez R.

622.75 Y36

## RESUMEN

En el presente trabajo se investiga la aplicabilidad de los modelos de Gaudin, Wiegel, Wiegel y Li, King y Peterson y Herbst a un mineral al cual se le conocen los coeficientes de selección y fractura, utilizando como apoyo, las técnicas de conteo de partículas al microscopio.

Se desarrolla un modelo híbrido que comprende los modelos de Wiegel, Wiegel y Li, King y Peterson y Herbst, el cual, a pesar de las simplificaciones, proporciona valores más reales para corregir la estadística obtenida por el conteo de partículas al microscopio.

Las restricciones inherentes a la máxima probabilidad estocástica de fractura para una partícula en una clase granulométrica estrecha, se interpreta como el máximo tiempo de residencia del material en el molino. Tiempos mayores no harían aplicable el modelo y se interpretarían, en términos prácticos, como refractación de las partículas progenie quizás ya liberadas.

Los tiempos máximos para los valores en las clases estrechas, lo mismo que el valor promedio de éstos, concuerdan de manera muy aceptable con los valores promedios de residencia para los molinos industriales, lo cual es una característica dinámica intensiva del proceso de comunicación en un circuito cerrado.

## INGENIERIA DE PETROLEOS 1988

### 111 DETERMINACION DE LA PRESION DE INYECCION OPTIMA EN UNA INSTALACION DE LEVANTAMIENTO CON GAS

Estudiantes: Gilberto de Jesús Barrada Agudelo y Manuel José Rico G.

Director: Abel Naranjo Agudelo  
629.352 B17

#### RESUMEN

El trabajo presenta mediante la sistematización de las ecuaciones de comportamiento multifásico, comportamiento de afluencia, presión del gas en el anular y gastos de compresión, un procedimiento que permite observar cómo afectan algunas variables (relación gas-petróleo, relación agua-petróleo, gravedad específica del gas a comprimir, diámetro del eductor, diámetro de la línea, volumen de gas a inyectar y caballaje requerido) la presión de inyección del gas y permite, además, seleccionar la presión de inyección óptima que en su forma más simple es la presión que da la mejor tasa de producción con el mínimo requerimiento de potencia como lo muestran las figuras de potencia vs. presión de inyección, obtenidas.

### 112 INYECCION DE TAPONES DE CO<sub>2</sub>

Estudiantes: Alvaro Campuzano E. y Jorge Villegas E.  
Director: Eduardo López Pastrana  
629.357 C15

#### RESUMEN

Este trabajo presenta resultados de pruebas y desplazamientos en el laboratorio utilizando CO<sub>2</sub> bajo condiciones inmiscibles en la recuperación de petróleo.

El trabajo consistió en la inyección de diferentes volúmenes de CO<sub>2</sub> bajo condiciones supercríticas seguidos por agua. Los tapones de CO<sub>2</sub> variaron desde 0,1 a 0,5 del volumen poroso para una presión dada. Las pruebas se realizaron a presiones de 100 hasta 800 lpc, incrementando su valor cada 100 lpc. Para todas las pruebas la temperatura permaneció fija en 130°F.

Para realizar estas pruebas se utilizó un modelo lineal de laboratorio consistente en un tubo de acero de 150 cm de longitud y 5 cm de diámetro. Como medio poroso se utilizó arena Ottawa y como fluidos saturantes salmuera al 2% por peso de NaCl y crudo del campo Galán.

Se puede concluir de este trabajo que en los desplazamientos con CO<sub>2</sub> se recupera más petróleo que en los realizados con agua. Además, se encontró mayores recobros al incrementarse la presión y la cantidad de CO<sub>2</sub> inyectada.

### 113 DISTRIBUCION DEL AGUA INYECTADA EN EL SECTOR NORTE DEL CAMPO CASABE UTILIZANDO EL REGISTRO TRAZADOR RADIACTIVO

Estudiante: Hernán Jaime Castrillón Calderón  
Director: Eduardo López Pastrana  
629.357 C17d

#### RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante una práctica industrial en el Departamento de Ingeniería de Petróleos en el Campo Casabe del distrito de producción El Centro donde se desarrolla uno de los proyectos de recuperación secundaria de petróleo de mayor magnitud en el país.

El registro de inyección tipo trazador radiactivo se emplea en esta clase de proyectos para determinar la cantidad de agua que se inyecta en los diferentes estratos de un pozo en particular. Gran parte del éxito de un proyecto de esta naturaleza radica en el control que se efectúe sobre la distribución del agua inyectada.

Para todos los estratos de los pozos inyectores del sector norte del campo, se calculó el volumen poroso desplazable (VPD) y se comparó con el volumen de agua recibida por el respectivo intervalo. Los resulta-

dos particulares para cada pozo se encuentran en el Departamento de Ingeniería de Petróleos en Casabe; aquí se presentan resultados globales del volumen poroso desplazable y del agua inyectada tanto en el sector norte como en cada uno de los bloques que lo constituyen.

Para la evaluación del volumen poroso desplazable y del agua inyectada se empleó un programa de computador codificado en lenguaje dBASE III plus el cual hace uso de datos extractados de las historias de perfiles de inyección para cada pozo.

Los resultados obtenidos muestran que el 50,7% del volumen poroso desplazable del sector norte ha sido afectado por la inundación con agua mientras que en el 49,3% aún no se ha iniciado el proceso de recuperación.

## 114

### ANALISIS DE SISTEMAS DE PRODUCCION MEDIANTE LA TECNICA DE ANALISIS NODAL

Estudiantes: Carlos Alberto Franco Giraldo y Carlos Arturo Pulgarín E.

Director: Abel Naranjo A.  
629.35 F71

#### RESUMEN

Teniendo en cuenta las caídas de presión que existen a través de los diferentes componentes que conforman un sistema de producción, bien sea por flujo natural o levantamiento artificial, se presenta un estudio detallado, mediante la técnica de Análisis Nodal, que tiene como objetivo principal la optimización de los componentes del sistema de producción de tal manera que se aproveche la máxima eficiencia de producción de un pozo.

Inicialmente la técnica de Análisis Nodal es aplicada a la producción por flujo natural, en ella se explican y se presentan los procedimientos detallados para los diferentes nodos solución y nodos funcionales, que existen en un sistema de producción normal. En cuanto al levantamiento artificial, se aplica esta técnica a gas lift; por último se presenta un análisis aplicando dicha técnica para predecir el comportamiento futuro del yacimiento, con el fin de conocer la tasa mínima de producción a la cual deben utilizarse métodos de levantamiento artificial.

Se presentan programas de computador para el desarrollo y sustentación de los diferentes temas. Los resultados obtenidos de estos programas se muestran en forma tabulada y gráfica, así como el análisis de cada uno de ellos.

## 115

### PROPIEDADES DE LAS LECHADAS DE CEMENTO CLASE G, PARA POZOS INJECTORES DE VAPOR EN EL CAMPO TIBÚ

Estudiantes: Dionis Marino Gómez Mina y Luis Guillermo Villa Orrego.

Director: Jesús Páramo Carrillo  
629.343 G65

#### RESUMEN

El contenido de este trabajo está enfocado a investigar el comportamiento de las lechadas de cemento, formadas con cemento clase "G" y aguas del campo Tibú empleadas en la cementación de pozos en el Distrito Norte de Ecopetrol.

En el trabajo están contenidos los conceptos generales que facilitan al lector, el conocimiento de las propiedades físicas que rigen el comportamiento de una lechada de cemento y la descripción de algunos aditivos químicos empleados comúnmente en la cementación de pozos, para cambiar las características de las lechadas. Se incluye también el mecanismo de frague y recristalización del cemento, así como otras nociones de su comportamiento físico y químico. Por último, se analiza el comportamiento de flujo de la lechada.

La parte investigativa del trabajo cubre principalmente las pruebas realizadas en el laboratorio de Hughes Services Bogotá, con lechadas de cemento, a diferentes concentraciones de aditivos químicos y a condiciones de presión, temperatura y profundidad apropiada para pozos inyectores de vapor de la zona antes mencionada.

Los resultados obtenidos en estas pruebas, pueden ser apreciados en las Tablas y Figuras que se encuentran en el capítulo 8; las conclusiones y recomendaciones que aparecen en los capítulos 9 y 10, son aplicables sólo a las condiciones de campo que aquí se proponen.

El desarrollo experimental se efectúa siguiendo los procedimientos recomendados por el API en las especificaciones y pruebas para materiales en cementación de pozos petrolíferos.

116

## SISTEMATIZACION Y OPTIMIZACION DEL PROCESO DE REFRIGERACION DE LA PLANTA DE GAS NATURAL DE PAYOA

Estudiantes: Carlos Mario Vásquez S. y Leonardo Vega V.  
Directores: Eduardo López Pastrana y Carlos Echeverri L.  
629.358 0285 V17

### RESUMEN

El sistema de refrigeración de la planta de gas natural de Payoa consta básicamente de dos compresores con una potencia nominal de 550 BHP cada uno, un condensador, dos intercambiadores de calor, un acumulador, un economizador o tanque de vaporización instantánea del refrigerante, un evaporador, dos depuradores del refrigerante y dos válvulas de expansión. El fluido refrigerante utilizado es una mezcla de hidrocarburos compuesta principalmente por etano, propano, n-Butano e i-Butano la cual se obtiene en la misma planta de procesamiento de gas natural.

El gas a refrigerar es conducido por el haz tubular del evaporador donde se establece la transferencia de calor con el fluido refrigerante.

La refrigeración se utiliza para extraer hidrocarburos líquidos del gas natural. A menor temperatura de refrigeración alcanzada por el gas del proceso, mayor recuperación de hidrocarburos líquidos.

$\varnothing$  : Constante de conversión de unidades, 0.185057

(Btu/Lbmol) / (Lpca. Pies<sup>3</sup>/Lbmol).

$\beta_{ci}$  : Densidad crítica molar del i-ésimo componente de una mezcla, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.

$\beta_v$  : Densidad molar de una mezcla en fase vapor, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.

$\beta_L$  : Densidad molar de una mezcla en fase líquida, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.

$\beta$  : Densidad molar de una mezcla en fase líquida o vapor, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.

$\beta_d$  : Densidad molar del refrigerante a las condiciones de succión de una etapa de compresión, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.

- $\beta_d$  : Densidad molar del refrigerante a las condiciones de descarga de una etapa de compresión, Lbmol/Pies<sup>3</sup>.  
 $\beta_3$  : Densidad del refrigerante a las condiciones de salida de los intercambiadores de calor, Lbm/Pie<sup>3</sup>.  
 $\pi$  : Constante, 3.141592654.

## INGENIERIA QUIMICA 1988

117

## RECUPERACION Y REUTILIZACION DE LA CARBOXIMETILCELULOSA DEL COMPLEJO FORMADO EN LA PRECIPITACION DE PROTEINAS DEL SUERO LACTICO DULCE

Estudiantes: Sonia María Barco Montes y Martín Alberto Ramírez Córdoba.

Director: Darío Gallego Suárez  
664.02 B17

### RESUMEN

En la obtención del complejo proteína-carboximeticelulosa (CMC), se usó suero proveniente de la Planta de Leches Colanta, de Medellín, aplicando los parámetros reportados por Alvarez Giraldo (3)\*. Para este proyecto se tuvieron en cuenta los trabajos realizados por investigadores como Hill y Zadow (30, 32), Hidalgo y Hansen (24, 25), Hansen, Hidalgo y Gould (19).

El complejo proteínico se disolvió a pH 11,7, la CMC se separó de la proteína al precipitarse como una sal de calcio. Por este proceso se consiguieron concentrados proteínicos hasta del 23,02% en proteína y con un contenido en sólidos de 40%.

De la sal cárlica de CMC se precipitó el calcio en forma de oxalato. La CMC recuperada y acondicionada se ajustó a la concentración requerida de 2 g/l y se reutilizó en el proceso.

En todas las etapas del proceso se hicieron análisis

\* Los números que aparecen entre paréntesis se refieren a la Bibliografía General.

químicos para realizar los balances de masa, los cuales permitieron obtener valores de los componentes en cada una de las corrientes, y así obtener la cantidad de CMC que debía completarse al inicio del proceso. A pesar de acondicionar y completar la CMC se notó una disminución en la recuperación de proteínas, lo cual indica una pérdida de capacidad enlazante de la CMC.

Los resultados obtenidos en la reutilización de la CMC no fueron buenos, razón por la cual se presentan al final algunas recomendaciones.

## 118

### DISEÑO DE UN REACTOR A NIVEL PILOTO PARA LA SULFATACION DEL ACEITE DE RICINO

Estudiantes: Luz Adriana Betancur S. y José Gabriel Ramírez Jiménez.

Director: Carlos A. Londoño  
660.28447 B37

#### RESUMEN

Mediante una búsqueda bibliográfica se obtuvo el proceso para la obtención del aceite de ricino sulfatado o también llamado Aceite Rojo Turco.

El proceso se corroboró en el laboratorio, para luego poder escoger un equipo de laboratorio en el cual se determinaron los datos necesarios para finalmente escalar el reactor de nivel piloto.

## 119

### ELUCION O DESORCION DE ORO Y PLATA DE UN CARBON ACTIVADO CARGADO

Estudiantes: Rosa Patricia Congote Restrepo y María del Pilar Uribe Gartner.

Directora: Ana Cecilia Gaviria C.  
662.623 C65

#### RESUMEN

El trabajo realizado consiste en llevar a cabo una serie experimental, la cual se apoyó en una base teóri-

ca; la secuencia del proceso fue: cianuración, adsorción del carbón en pulpa y elución, considerando el efecto del caudal y la temperatura sobre ésta.

La cianuración se hizo con una dilución de tres a uno manteniendo la cantidad de cianuro entre 1,5 y 2,0 kg/ton mineral. Para los ensayos de adsorción, se diluyó la pulpa para obtener concentración de oro entre 0,9 y 1,5 p.p.m. La etapa de adsorción fue 100% eficiente para oro, ya que éste se optimizó manteniendo la concentración de cianuro por debajo de 2,5 kg/ton mineral (0,25%). Se obtuvieron cargas de carbón entre 70 y 2.000 gr Au/ton C.A. y entre 95 y 1.200 gr Ag/ton C.A.

La elución se realizó en un rango de temperatura de 76 a 95°C y de caudal de 0,55 a 3,44 cm<sup>3</sup>/s. Se obtuvieron porcentajes de recuperación entre 35 y 100%.

Se pudo ver que a altas cargas de carbón se requieren mayores tiempos de adsorción y de elución y que son estas cargas, las que muestran mejor respuesta de la elución con altas temperaturas.

## 120

### DISEÑO DE UN AGITADOR PARA PREPARACION DE BIZCOCHOS

Estudiantes: Olga Estela Chica García y Jesús Albeiro Herrera Betancourt.

Director: Jairo Alberto Gómez L.  
660.283 Ch42

#### RESUMEN

El propósito fue diseñar un agitador para la mezcla usada en la preparación de bizcochos a escala banco y la construcción y prueba de éste. Para ello se acudió a varias industrias del ramo para observar el proceso de fabricación y los equipos allí existentes. Además, se hace un estudio bibliográfico del cual se extraen recomendaciones para los parámetros de diseño, basándose en estudios previos que se hacen a la mezcla y su comportamiento reológico (encontrándose fluido pseudo-plástico). Posteriormente, se lleva a la construcción del equipo (cinta helicoidal simple) y a su prueba durante la cual se halla experimentalmente el tiempo de mezcla, se analiza el desarrollo de distribución de la grasa a través del proceso de mezclado utilizando la técnica micrográfica. Se mide el consumo de potencia del equipo y se estima el consumo de potencia del fluido.

**121**

## ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA FABRICA EXTRACTORA DE ACEITE CASTOR

Estudiantes: Sergio Alfredo Fernández Gómez y Milton López Domínguez.

Director: Carlos Rojas Valdiri  
660.28 F37

### RESUMEN

Este estudio de prefactibilidad de una fábrica extractora de aceite de castor (también llamado de higuerilla o de ricino), cubre los procedimientos de análisis de mercado, materias primas, ubicación y emplazamiento, ingeniería básica y evaluación financiera en el procesamiento de 5.000 ton/afío de semilla de higuerilla a aceite. Todos los costos están basados en precios constantes, y el modelo de evaluación empleado, es el sugerido por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, bajo las siguientes suposiciones, referentes a la preparación y presentación de la evaluación financiera y la ingeniería del proyecto.

1. Los datos mostrados en las diferentes tablas de los capítulos de ingeniería básica y evaluación financiera, están basados en el procesamiento de 5.000 ton/afío de semilla, en el cual el total producido de aceite se vende.
2. El promedio de contenido de aceite de la semilla de higuerilla es de 45%.
3. La planta opera 16 horas/día, y 300 días/año.
4. Todos los costos en la evaluación financiera son proyectados suponiendo una tasa de "descuento" (interés) del 25% anual.
5. El rendimiento de la semilla de ricino es de 3.000 kilogramos por hectárea y dos cosechas anuales.
6. Existen suficientes suministros de materias primas y materiales auxiliares, como también suficientes recursos económicos para garantizar la plena marcha de la fábrica.

Por último, el resultado que arroja la evaluación del proyecto muestra que éste es técnica, económica y financieramente factible (con un Valor Presente Neto positivo, a una tasa de interés del 32% anual), para un período de 12 años.

**122**

## DISEÑO PRELIMINAR DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCION DE CARBON ACTIVO

Estudiante: Duván Horacio García Sierra

Director: Jaime Aguirre C.  
662.622 G17

### RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño preliminar de un proceso para la producción de carbón activo, el cual consta básicamente de dos reactores en lecho fluidizado conectados en serie: el primero es un "pirolizador" en el cual se somete el carbón al proceso de carbonización; el segundo es un "activador" en el que se realiza una gasificación parcial utilizando vapor de agua como agente reactivo.

Como punto de partida para el trabajo, se hace una revisión bibliográfica sobre los temas de gasificación y activación del carbón mineral en lecho fluidizado, yendo desde el estudio del fenómeno hasta el diseño básico de sistema. Con esta revisión bibliográfica se obtiene suficiente información para definir más detalladamente el proceso y para seleccionar rangos de valores de las variables y parámetros del proceso escogido.

Posteriormente se hacen los balances de materia y energía tomando como referencia los valores medios, o cercanos a éste, de cada uno de los rangos de las variables reportados en la literatura científica. Estos balances se efectúan tanto para cada una de las etapas del proceso como para el proceso global y como resultado se obtiene una información detallada sobre todas las corrientes del proceso que incluye flujos máscicos y volumétricos, composiciones máscicas y molares, temperaturas y entalpías.

Igualmente de estos cálculos se determina si el proceso es o no autosuficiente en los aspectos energético e hidrodinámico y en requerimientos de agente activante.

Los balances de materia y energía se realizan de una forma tal que permite el planteamiento de una metodología de cálculo adecuada para programar un computador. Esto con el objetivo de realizar el análisis de sensibilidad del proceso debido a la gran cantidad de variables y parámetros que intervienen en el mismo, lo cual no permite "a priori" prever el comportamiento del sistema para un caso específico de operación. El

análisis de sensibilidad permite la determinación del rango de operación más adecuado para el proceso y de los rangos de autosuficiencia ya mencionados.

Finalmente se hace le diseño básico de los diferentes elementos componentes del proceso, o sea: reactores, ciclones, cámara de combustión e intercambiador de calor; este diseño incluye solamente el dimensionamiento y/o especificación del equipo en cuestión.

## 123

### ESTUDIO A NIVEL PILOTO DE UN SISTEMA ABSORCION PARA LA PRODUCCION DE CARBONATO DE CALCIO LIVIANO

Estudiantes: Edwin Alonso García Gómez y María Liliana Pineda Correa.

Director: Carlos Fernando Cadavid R.  
660.284 23 G17

#### RESUMEN

En este trabajo se trata de estudiar a nivel piloto, el proceso de absorción de un gas rico en CO<sub>2</sub> en una lechada de cal atomizada dentro de una torre.

Inicialmente, se procedió a analizar todos los aspectos teóricos involucrados, tales como absorción con reacción química simultánea y teoría de atomización. Con base en este estudio, se aplicaron las ecuaciones de diseño más apropiadas para la torre y la boquilla de aspersión, para posteriormente llevar a cabo la construcción y montaje de la misma.

Finalmente, se seleccionó y desarrolló un diseño experimental, en este caso un diseño factorial de dos niveles, con el fin de realizar una primera investigación sobre el comportamiento del proceso global.

## 124

### RECUPERACION DE ORO DE UN MATERIAL ARSENOPIRITICO

Estudiantes: Martha Yenny Quintero Berrío y Gladys Marlene Ramírez Monroy.  
Director: Javier González O.  
669.22 Q84

#### RESUMEN

Se estudia algunos métodos hidrometalúrgicos para la extracción de oro de material arsenopirítico proce-

dente de la mina "El Violín" localizada en la región de Anorí, Antioquia, con el fin de determinar cuál conduce a la máxima extracción de oro.

Se realiza una serie de pruebas de concentración por gravedad en la Mesa wilfley para determinar las mejores condiciones de operación. Las pruebas de lixiviación se inician con una cianuración convencional, con agitación mecánica tomando como parámetro la concentración de cianuro y manteniendo constantes la temperatura, el pH, la velocidad de agitación, la dilución de pulpa y el tiempo de agitación. El mayor grado de extracción de oro fue del 70% a una concentración de cianuro de 1 kg por tonelada de mineral.

Se realizan algunos métodos de pretratamiento del material mediante el empleo de un proceso de oxidación-cianuración. Estas pruebas se realizaron con diferentes oxidantes, variando para cada uno de éstos la concentración. Se concluye que con el hipoclorito de calcio a una concentración de 162 kg por tonelada de mineral se obtiene la mejor recuperación, correspondiente al 84.2% a las 20 horas de cianuración.

## 125

### DISEÑO Y MONTAJE DE UN SISTEMA DE INTERCAMBIO IONICO

Estudiante: Luz Marina Vélez Ramírez  
Director: Hernando Gil Victoria  
660.284 23 V35

#### RESUMEN

Durante años pasados, el intercambio iónico como una unidad de operación, ha presentado desarrollos notables. Desde el punto de vista de la ingeniería, se nota que los sistemas de intercambio iónico se utilizan hoy en la industria.

Los avances técnicos durante 1948 se desarrollaron alrededor de tres puntos: avances en la síntesis de nuevos intercambiadores, aproximación en los principios de ingeniería y estudios a gran escala de procesos que incluían equilibrios de intercambio iónico.

El intercambio iónico ha sido ampliamente empleado durante muchos años en el tratamiento de aguas; por lo cual se deben definir con sentido objetivo y realista las necesidades particulares de cada industria. Es común que ante la pregunta de qué tipo de agua necesita una industria, el usuario conteste "agua pura". Sin embargo, no sólo la respuesta es ambigua, sino que no

siempre se necesita agua pura. Tanto el proyectista como el usuario, deben tener plena conciencia de cuál es la real necesidad en cuanto a calidad, sin olvidar el costo de esa agua y poder así realizar un diseño óptimo del equipo.

Este texto presenta en forma condensada los principales aspectos que deben tenerse en cuenta para el di-

seño de un sistema desmineralizador. También incluye el diseño de un equipo de desmineralización para producir agua de alta pureza; la cual será empleada en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional. Este diseño sirve de ejemplo para realizar los cálculos de diseño y muestra la forma de aplicar en la práctica los conceptos discutidos en el trabajo.