

INVESTIGACIONES APLICADAS: METODOLOGÍAS Y SOLUCIONES

Ángel Corpas Toledo

Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas, Carretera Central # 53, Esquina calle 17, Reparto Harlem, Holguín. E-mail: acorpas@enia.hlg.co.cu

RESUMEN

Este trabajo incluye de forma organizada y coherente los principales resultados de 27 Temas de Investigación desarrollados fundamentalmente por el autor durante un período de 30 años, relacionados con las Investigaciones Aplicadas a la Construcción y los Estudios Medioambientales.

Su principal **Objetivo** es facilitar la consulta, estudio y aplicación práctica de la información acumulada y a su vez garantizar su conservación en formato digital.

El **Contenido** se ha agrupado en 5 Temáticas Principales que incluyen 27 Temas Específicos. Las Temáticas Principales son:

- Ingeniería Geológica.
- Medio Ambiente.
- Patología de Presas.
- Soluciones de Computación.
- Trabajos de Automatización.

El trabajo posee un Manual de Usuario, una Multimedia y una presentación (ppt) con hipervínculos que permiten visualizar detalladamente todo su contenido y acceder a las diferentes Metodologías y Soluciones que lo conforman.

Como **Materiales** se ha acopiado, organizado, actualizado y digitalizado toda la información que sirve de base a este trabajo.

El **Método** empleado se basa en integrar coherentemente la información y crear mecanismos de computación que garanticen un fácil y rápido acceso a la información que se requiera.

Como principales **Resultados**:

1. Este trabajo incluye la información correspondiente a 30 años de experiencias en la esfera de las Investigaciones Aplicadas a la Construcción.
2. El debido uso de este producto facilita notablemente la consulta y estudio de dicha información, garantiza su aplicación práctica y conservación en formato digital, permite aprovechar los resultados obtenidos a través del tiempo y coadyuva al incremento de la calidad y la eficiencia de las investigaciones actuales y futuras.

ABSTRACT

This work includes an organized and coherent the main results of 27 Research Themes developed primarily by the author over a period of 30 years, related to Construction Applied Research and Environmental Studies.

Its main **Objective** is to facilitate consultation, study and practical application of the accumulated information and in turn preserve them digitally.

The **Content** has been grouped into five main themes including 27 specific topics. The main topics are:

- Geological Engineering.
- Environment.
- Dams Pathology.
- Computing Solutions.
- Automation jobs.

The work has a User Manual, a Multimedia and presentation (ppt) with hyperlinks that allow detailed view its contents and access the various methodologies and solutions that comprise it.

As **Materials** has been collected, organized, updated and scanned all the information that underlies this work.

The **method** is based on coherently integrate information and create mechanisms that ensure computer quick and easy access to the information required.

As main **Results**:

1. This work includes the information on 30 years of experience in the field of applied research to Construction.
2. The proper use of this product greatly facilitates consultation and study of this information, ensuring its practical application and digital preservation, to leverage the results over time and contributes to increasing the quality and efficiency of current research and future.

INTRODUCCIÓN

Las Investigaciones Aplicadas requieren el auxilio de una variada gama de información técnica y el empleo de Metodologías y Soluciones automatizadas que agilicen y garanticen la calidad y el valor científico – técnico de las mismas.

Este trabajo posee una amplia gama de información relacionada en mayor medida con la Ingeniería Geológica, el Medioambiente, la Geotecnia y la Informática Aplicada, tanto desde el punto de vista teórico como de aplicación práctica en las investigaciones.

La información utilizada como base está debidamente revisada, actualizada y compatibilizada con las normas y criterios vigentes al respecto

No conocemos la existencia de un trabajo similar en la rama de las investigaciones aplicadas que abarque este amplio espectro y a su vez ofrezca de forma ágil la posibilidad de consultar y aplicar dicha información complementada con una amplia galería de imágenes y videos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como **Materiales** se ha acopiado, organizado, actualizado y digitalizado toda la información utilizada como base, constituida fundamentalmente por los resultados de 24 Temas de Investigación desarrollados por el autor, complementado por trabajos realizados por otros tres autores.

Softwares utilizados:

Para cada uno de los Temas Específicos se emplean diferentes softwares, lo que se detalla en el desarrollo de dichos Temas. No obstante, relacionamos los mismos en sentido general: Microsoft Office (fundamentalmente Excel), AutoCAD, ArcView, ArcGIS, Surfer, DIPS, Rock Works, Micronet, Laborat, Filtrac. El software que soporta la Multimedia es Flash 8.0.

El **Método** empleado se basa en integrar coherentemente la información y crear soluciones de computación que permitan lograr de forma eficiente el Objetivo propuesto.

RESULTADOS

Los principales resultados del trabajo pueden sintetizarse del modo siguiente:

1. Confección de un Manual de Usuario que explica de forma detallada y con ejemplos de aplicación práctica (convenientemente validados en diferentes investigaciones realizadas) cómo deben emplearse cada una de las Metodologías y Soluciones que integran el trabajo.
2. Creación de una presentación con hipervínculos que facilita el rápido acceso a toda la información acopiada.

3. Confección de una Multimedia (soportada en Flash 8.0) que garantiza de forma eficiente la informatización requerida.

DISCUSIÓN

El contenido analizado se ha agrupado en **5 Temáticas Principales (A al E)** que en su conjunto incluyen **27 Temas Específicos**.

La información primaria está confeccionada digitalmente como ficheros de texto (doc), tablas (xls), presentaciones de Power Point (pps), planos y gráficos con diferentes extensiones, ficheros de imágenes (jpg) y archivos de video (mpg).

A. Ingeniería Geológica.

1. La PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA. Generalidades.
2. Evaluación de la ESTABILIDAD DE TALUDES de macizos rocosos.
3. Análisis generalizado de los ROCOSOS como materiales de construcción.
4. Metodología para la selección, procesamiento e interpretación de los ENSAYOS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE Y DEFORMACIÓN de suelos durante las investigaciones de Obras Hidrotécnicas.
5. Consideraciones sobre los ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS de Suelos y Rocosos provenientes de rocas débiles fácilmente alterables (Aleurolitas, Tobas, etc.).
6. Metodología para la confección básica de las AXONOMETRÍAS.
7. Metodología para la determinación de los Parámetros Experimentales requeridos para un análisis de ELEMENTOS FINITOS a partir de un comportamiento no lineal del suelo, dependiente de la Presión de Confinamiento.

B. Medio Ambiente.

1. Aspectos esenciales sobre la DIMENSIÓN AMBIENTAL de Proyectos y Planes de Ordenamiento Territorial.
2. MAPAS de los ESTUDIOS GEOAMBIENTALES INTEGRALES - EGAI (Tipos, Contenido, Ejemplos).
3. PROYECTOS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL (POET) y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). Metodología.

C. Patología de Presas.

1. **Micropresa Los Naranjos.** Majibacoa, Las Tunas. 1985. Filtraciones por la base y Empantanamiento aguas debajo de la cortina.
2. **Presa Bío.** Mella, Santiago de Cuba. 1990. Deslizamiento del talud aguas abajo, Filtraciones por la base de la cortina y del aliviadero, capas permeables en el hombro izquierdo, posibles sumideros en el embalse.
3. **Presa Barigua.** Mella, Santiago de Cuba. 1991. Filtraciones por la base de la cortina debido a la presencia de capas permeables no delimitadas de forma precisa durante la investigación ingeniero – geológica.
4. **Presa Cauto El Paso.** Bayamo, Granma. 1991. Filtraciones por la base de la cortina en zona aledaña a la pared contra filtración y al área de

las tablestacas.

1994. Sifonamiento en el Dique Izquierdo de la Presa debido a la presencia de una capa de arena de yacencia continua que afloraba aguas abajo del dique.

5. **Presa Santa Rita.** San Luis, Santiago de Cuba. 1995. El flujo de filtración a través de un estrato de arena, en contacto con el suelo del terraplén deficientemente compactado a lo largo de la obra de toma, fue la causa de la falla originada por SIFONAMIENTO MECÁNICO en la Presa Santa Rita.
6. **Presa Las Cabrerías.** Guáimaro, Camagüey. 1993. Falla por Sifonamiento debido a SUELOS DISPERSIVOS (Arcillas Sódicas).
7. **Presa Lebrije.** Jatibonico, Sancti Spíritus. 2002. El fallo por estabilidad del talud aguas abajo de la presa Lebrije, ocurrido en junio del 2002, a más de 30 años de construida la misma y más de 20 años de recrecida, hacían indicar que nos encontrábamos ante la presencia de una **Elevación de la línea de corriente superior producto de la oclusión de los drenes interiores**, los que estaban constituidos por drenajes de pie de talud y en la zona del cauce acompañado de un prisma de piedra.

D. Soluciones de Computación.

1. Personalización del AUTOCAD para las GEOCIENCIAS.
2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Generalidades.
3. Solución AUTOCAD – ARCVIEW para Mapas y Cálculos derivados de una base topográfica digital 3D, un Modelo Digital de Elevación (MDE) o un Modelo Digital del Terreno (MDT).
4. Solución DIPS – AUTOCAD para los Estudios de Agrietamiento de los macizos rocosos.
5. Mapas Temáticos Digitales para las Investigaciones Aplicadas (*). Metodología.

E. Trabajos de Automatización.

1. GIS (Geographycal Information System) de las Condiciones Ingeniero - Geológicas ciudad de Holguín (*).
2. PAQUETE TECNOLÓGICO para las Investigaciones Ingenieras (*).
3. RESUMEN DE INFORMACIÓN Trasvase Este – Oeste.
4. Automatización de los resultados de las Investigaciones Ingeniero – Geológicas realizadas en el Municipio Urbano Noris.
5. Automatización del procesamiento de los resultados de las INYECCIONES de lechadas de cemento (*).

Se señalan con asterisco (*) los trabajos que poseen la “Certificación de Depósito Legal Facultativo de Obras Protegidas” del CENDA (Centro Nacional de Derecho de Autor).

Contenido de la información de cada tema específico:

1. Carátula (doc).
2. Resumen en Español e Inglés (doc).
3. Texto (doc).
4. Presentación (pps).
5. Mapas, Perfiles, Tablas, Esquemas, Gráficos (jpg).
6. Fotos (jpg).



7. Pancarta (jpg).
8. Plegable (jpg).
9. Manual de Usuario (doc).
10. Demo (pps).
11. Videos (mpg).

Figura 1. Ejemplo de cómo aparece el Contenido de cada uno de los 27 Temas Específicos

- No todos los Temas Específicos contienen la totalidad de la información relacionada. Sólo los que poseen la “Certificación de Depósito Legal Facultativo de Obras Protegidas” del CENDA (Centro Nacional de Derecho de Autor), los cuales se señalan con asterisco (*), contienen los documentos 9 y 10.
- Los videos aparecen en mayor medida vinculados a la presentación de las 5 Temáticas Principales; aunque en algunos casos se relacionan con Temas Específicos.

Si se analiza la relación del Contenido de la información incluida en cada uno de los 27 Temas Específicos puede inferirse el gran volumen de dicha información, razón por la cual resulta imposible incluir en este artículo el desarrollo total de cada uno de dichos temas.

Por lo antes expuesto a continuación sólo detallamos los **RESÚMENES** correspondientes:

1. La Proyección Estereográfica. Generalidades.

- Se profundiza en el conocimiento teórico – práctico de la Proyección Estereográfica, mediante una recopilación actualizada, análisis y síntesis de la literatura a nuestro alcance relacionada con esta temática.
- Se sintetizan las características esenciales de las Proyecciones Estereográficas y se ofrece la Metodología para poder aplicar diferentes métodos que se basan en su aplicación práctica en el Estudio Geomecánico de los macizos rocosos.

2. Evaluación de la Estabilidad de Taludes de macizos rocosos.

- El objetivo fundamental es confeccionar un documento técnico - metodológico que recoja detalladamente las características de los diferentes métodos que se emplean para la Evaluación de la Estabilidad de Taludes de los macizos rocosos en su interacción con la obra proyectada, el cual pueda servir como Texto guía o de consulta para la aplicación consecuente de estos métodos.
- En todos los casos se desarrollan ejemplos prácticos que ilustran los resultados y facilitan la comprensión de los procedimientos metodológicos en cuestión.
- Finalmente se hace un resumen de los principales Conceptos y se sintetizan las Recomendaciones más relevantes derivadas de este trabajo.

3. Análisis generalizado de los Rocosos como materiales de construcción.

- Se realiza un análisis generalizado de las Propiedades Físicas (y algunas Mecánicas) de los MATERIALES ROCOSOS que se han investigado como Materiales de Construcción para las obras hidráulicas de las provincias orientales, en el período comprendido entre los años 1975 y 1989 (15 años), ofreciendo una generalización de los principales parámetros geotécnicos para cada uno de los cinco tipos de rocosos analizados.

- Además, se exponen una serie de consideraciones que constituyen una guía metodológica que facilita y racionaliza la investigación de los mismos.

4. Metodología para la selección, procesamiento e interpretación de los Ensayos de Resistencia al Esfuerzo Cortante y Deformación de suelos durante las investigaciones de Obras Hidrotécnicas.

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Recopilar y analizar minuciosamente toda la información a nuestro alcance existente al respecto, dándole prioridad a las de comprobada utilidad práctica.

- Confeccionar un Documento Metodológico que aglutine los ensayos y parámetros de Resistencia al esfuerzo cortante y de Deformación de los suelos, requeridos para realizar la investigación de los diferentes tipos de obras, fundamentalmente hidrotécnicas, así como ofrecer algunas recomendaciones sobre la forma más conveniente de procesar, interpretar y presentar los resultados.

- La base fundamental para la realización del mismo ha sido el estudio y análisis exhaustivo de toda la documentación acopiada, incluyendo Normas, Anteproyectos de normas, Instructivos metodológicos, Conferencias y Artículos técnicos, Apuntes y notas de cursos de postgrados, Trabajos de investigación y Textos de autores reconocidos.

5. Consideraciones sobre los Ensayos Granulométricos de Suelos y Rocosos provenientes de rocas débiles fácilmente alterables (Aleurolitas, Tobas, etc.).

- La determinación de la composición granulométrica de materiales provenientes de la meteorización de rocas (o semi-rocas) fácilmente alterables, sobre todo al estar en contacto con el agua, constituye un aspecto a tener muy en cuenta durante la realización de los ensayos de laboratorio de las investigaciones ingeniero-geológicas.

- Con esta situación se relacionan estrechamente los suelos aluviales o materiales con carácter semi-rocoso originados por la meteorización de las secuencias estratificadas de aleurolitas, argilitas y areniscas, también consideramos que pudieran asociarse los que se originan a partir de las tobas, margas, serpentinitas, y otras rocas poco resistentes a los efectos del intemperismo.

- Buscando solucionar el problema confrontado con las granulometrías de dichos materiales aleurolíticos, experimentamos diversas formas de Hidrómetros Corridos, llegando a establecer como más representativa la metodología propuesta en este trabajo.

6. Metodología para la confección básica de las Axonometrías.

- Los Planos Axonométricos constituyen documentos gráficos de gran utilidad para la proyección y control de ejecución de variados tipos de obras. Tienen aplicación tanto para la investigación de materiales de base (zonas de cauce, aliviaderos, explanaciones, etc.) como de materiales de construcción (préstamos de arcilla, de áridos, de rocoso, canteras de roca).

- El objetivo de este trabajo es ofrecer una Metodología detallada que facilite la correcta obtención de los Planos Axonométricos, ilustrándola con ejemplos prácticos que faciliten su comprensión.

- Es importante que se tenga en cuenta que digitalmente es bastante complejo obtener este tipo de plano, ya que no contamos con ningún software específico que así lo permita.

7. Metodología para la determinación de los Parámetros Experimentales requeridos para un análisis de Elementos Finitos a partir de un comportamiento no lineal del suelo, dependiente de la Presión de Confinamiento.

- Se explica la Metodología (desarrollo teórico) sobre la obtención de los parámetros experimentales que definen un comportamiento no lineal del suelo, dependiente de la magnitud de la presión de confinamiento y requeridos para un análisis de Elementos Finitos aplicado a problemas de Mecánica de Suelos.

- Muestra mediante ejemplo el cálculo de los parámetros experimentales de un ensayo triaxial rápido sin drenaje sobre una muestra inalterada de un terraplén compactado en la región de Moa.

8. Aspectos esenciales sobre la Dimensión Ambiental de Proyectos y Planes de Ordenamiento Territorial.

- El presente trabajo constituye una Investigación con fines de aplicación generalizada en todas las etapas de Planes y Proyectos de carácter constructivo, independientemente del tipo de obra de que se trate (de arquitectura, hidráulica, vial, etc.).

- El objetivo es tratar de demostrar, mediante ejemplos representativos, la importancia y trascendencia de la compatibilización efectiva de la Dimensión Ambiental con las características específicas del Proyecto o Planeamiento Territorial en todas y cada una de las etapas de que se trate, proponiendo Soluciones y Procedimientos concretos (con la argumentación técnica requerida) que a nuestro juicio permiten elevar la sustentabilidad de los mismos.

9. MAPAS de los Estudios Geoambientales Integrales - EGAI (Tipos, Contenido, Ejemplos).

- Se presenta una síntesis de los principales tipos de mapas (1ra., 2da. y 3ra. Generación) que deben conformar los Estudios Geoambientales Integrales (EGAI), destacando el contenido de cada tipo de mapa y usando como ejemplo las imágenes de los Mapas del el EGAI Holguín realizado en el año 1999.

- En los casos más específicos se incluyen notas aclaratorias que permiten conocer de forma más precisa la complejidad y alcance de determinados tipo de mapas.

10. Proyectos de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Metodología.

- Se presenta una síntesis del procedimiento metodológico que debe seguirse durante la confección de los Proyectos de Ordenamiento Ecológico Territorial, destacando:
- Principales Conceptos, Objetivos de un POET, Organigrama base de ejecución, Tipos de Mapas.
- Producto Final: Mapa (o conjunto de mapas) donde se especifican los usos del suelo, complementados por un grupo de tablas que incluyen los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento óptimo y racional de los suelos y de los restantes recursos naturales que inciden en el mismo.
- Se realiza un análisis detallado de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta indispensable para poder acometer cabalmente y de forma eficiente los POET, especificando el contenido de cada uno de los tipos de mapas, así como la forma de establecer sus vínculos con la información textual o tabulada que complementa toda la base cartográfica.

11. Micropresa Los Naranjos. Majibacoa, Las Tunas. 1985. Filtraciones por la base y Empantanamiento aguas debajo de la cortina.

- Mediante un conjunto de investigaciones ingeniero – geológicas, geofísicas e hidrogeológicas se realizó una valoración de las propiedades físico – mecánicas de los suelos que componen la base y la cortina de la Micropresa Los Naranjos (la cual se construyó sin haber realizado ninguna investigación), de los materiales de construcción para usarlos con fines antifiltración y se analizan las causas que originaron el Empantanamiento y los escapes de agua desde el embalse, así como también se da la información requerida para confeccionar el proyecto contra las filtraciones provenientes del citado embalse.

12. Presa Bío. Mella, Santiago de Cuba. 1990. Deslizamiento del talud aguas abajo, Filtraciones por la base de la cortina y del aliviadero, capas permeables en el hombro izquierdo, posibles sumideros en el embalse.

- Luego de construida y en etapa de explotación, en el año 1990 ocurrieron una serie de problemas técnicos que atentaban contra su estabilidad e integridad, por lo que la parte proyectista solicitó a la ENIA realizar las investigaciones complementarias requeridas para buscar de conjunto las soluciones ingenieriles que garantizaran la resolución de los problemas confrontados y por tanto la continuidad de funcionamiento de esta importante obra.

- Síntesis de los Problemas:

- 1-Deslizamiento del talud y ladera aguas abajo en el tramo comprendido entre los estacionados 3+270 y 3+380.
- 2-Índices de desplazamiento en el talud aguas abajo en las proximidades del estacionado 3+170.
- 3-Filtraciones adyacentes al pie del talud aguas debajo de la cortina, localizadas entre los estacionados 2+740 y 3+380.
- 4-Posible sumideros ubicados en diferentes puntos del embalse.
- 5-Dudas sobre posibles filtraciones a través de la base en la zona del aliviadero.
- 6-Presencia de capas permeables en la base de todo el hombro izquierdo de la presa.

- En cada caso se detallan las características específicas y los resultados de las investigaciones complementarias realizadas, siempre compatibilizadas con los intereses y criterios técnicos de la parte proyectista.

13. Presa Barigua. Mella, Santiago de Cuba. 1991. Filtraciones por la base de la cortina debido a la presencia de capas permeables no delimitadas de forma precisa durante la investigación ingeniero – geológica.

- El objetivo del presente trabajo es ofrecer una serie de Recomendaciones que permitan precisar o complementar con mayor eficiencia la información que deben aportar las investigaciones ingenieros – geológicas e hidrogeológicas de obras hidráulicas (fundamentalmente presas) ubicadas en zonas caracterizadas por amplio desarrollo de formación aluviales principalmente de composición arenosa y/o gravosa.

- La experiencia práctica y los reiterados problemas surgidos durante la construcción de las obras, nos hacen pensar que resulta necesario y conveniente acopiar de forma detallada las Recomendaciones que se deriven de dichas experiencias, lo cual estimamos pueda contribuir modestamente a mejorar la información técnica de las investigaciones de obras hidráulicas ubicadas en zonas donde existe considerable desarrollo de las formaciones aluviales (fdte. arenosa y/o gravosas).

14. Presa Cauto El Paso. Bayamo, Granma.

a. 1991. Filtraciones por la base de la cortina en zona aledaña a la pared contra filtración y al área de las tablestacas.

- Para dar respuesta a esta nueva problemática se perforó una hilera de 5 calas paralela a la Pared contra filtraciones con profundidades entre 25.0 y 30.0 m y además se realizaron Trabajos Geofísicos (Método de Campo Natural): un perfil 5 m aguas abajo y paralelo a la Pared contra filtraciones; otro separado 20 m y paralelo al primero y un tercer perfil aguas debajo de la cortina (base del talud).

- Es de destacar que el Método del Campo Natural dio resultados muy satisfactorios y rápidamente permitió corroborar que el flujo de filtraciones se localizaba entre los estacionados 1+300 y 1+500, o sea, detrás del tramo donde se ubican las tablestacas. Esto llevó a la conclusión de no continuar profundizando las calas con fines litológicos, ya que esto se podía precisar al construir la otra Pared contra filtraciones, la cual se hará con Benotos, y permitirá delimitar con mayor exactitud el techo del impermeable. No obstante, se perforaron 3 calas en los extremos (0+981.94; 1+182 y 1+800) con el objetivo de correlacionar el nivel del agua con el nivel del tramo investigado.

b. 1994. Sifonamiento en el Dique Izquierdo de la Presa debido a la presencia de una capa de arena de yacencia continua que afloraba aguas abajo del dique.

- A fines del mes de Noviembre de 1993 se observó que próximo a la estación 7+735 del Dique Izquierdo de la presa, a unos 150 m de la Obra de Toma, el agua brotaba de forma concentrada por un punto a unos 10 m del pie del talud, creando un hueco de más de 40 cm de diámetro, con aspecto de un típico Sifonamiento. Este problema motivó la realización de la investigación complementaria cuyos principales resultados expondremos a continuación:

- Se realizaron trabajos de perforación y observaciones de campo en un tramo de 205 m de longitud sobre el Dique Izquierdo que comienza a partir del eje de la Obra de Toma izquierda. Esto permitió caracterizar de forma detallada la extensión y distribución de las capas detectadas durante la investigación de los años 1987-1989. Esta investigación complementaria permitió corroborar la gran variabilidad de los suelos aluviales de la Fm. Cauto y aportó resultados detallados que permitan la valoración objetiva del fenómeno de Sifonamiento ocurrido aguas abajo en el tramo de interés. Fue imposible emplear Métodos Geofísicos por la carencia de recursos; no obstante, consideramos que se cumplieron los objetivos previstos.

- Sobre la cortina del dique en el tramo de interés se perforaron 9 calas (229.70 m), con profundidades de 17 a 38 m, permitiendo delimitar la extensión, tanto vertical como horizontal, de las arenas de la capa 3, a las cuales se les realizaron los correspondientes ensayos físicos de laboratorio.

15. Presa Santa Rita. San Luis, Santiago de Cuba. 1995.

- El flujo de filtración a través de un estrato de arena, en contacto con el suelo del terraplén deficientemente compactado a lo largo de la obra de toma, fue la causa de la falla originada por Sifonamiento Mecánico en la Presa Santa Rita.

- Un factor que contribuye mucho al Sifonamiento Mecánico es la insuficiencia en la compactación del terraplén, que deja alguna capa del mismo suelta y floja; esto es particularmente probable cerca de muros o superficies de hormigón, tales como ductos o tubos. Un ejemplo típico de esto fue la falla originada por Sifonamiento Mecánico en la Presa Santa Rita, provincia de Santiago de Cuba, construida entre 1989 y 1990.

16. Presa Las Cabrerías. Guáimaro, Camagüey. 1993. Falla por Sifonamiento debido a Suelos Dispersivos (Arcillas Sódicas).

- A finales de junio de 1993 se produjo, después de intensas lluvias en la región norte de Camagüey, el fallo por sifonamiento de la Presa Las Cabrerías, ubicada al norte de Guáimaro. Con vistas a determinar las causas de esta falla, a los suelos localizados en el terraplén y base de la presa se les realizaron los ensayos recomendados por la literatura especializada para la identificación de los Suelos Dispersivos, prestando mayor atención al ensayo de " Pinhole " y al de determinación de las sales solubles en el agua de los poros.

- Los resultados obtenidos de la investigación certifican la presencia de suelos dispersivos en dicha obra y se reporta a la Presa Las Cabrerías como un caso histórico más de presas que han fallado por sifonamiento, debido a los efectos de estos tipos de suelos. Se reconoce como la primera falla total por sifonamiento y la primera falla producto de la existencia de suelos dispersivos en Cuba.

17. Presa Lebrije. Jatibonico, Sancti Spíritus. 2002.

- Consideramos que el flujo de aproximadamente entre 5 y 10 l/s se debe a filtraciones a través de la capa superior de la roca base (parte superior del cimientó) que se encuentra fuertemente agrietada; sin embargo, esta suposición se aclaró con los resultados de la investigación Ingeniero-Geológica.

- El fallo por estabilidad del talud aguas abajo de la presa Lebrije, ocurrido en junio del 2002, a más de 30 años de construida la misma y más de 20 años de recrecida, hacían indicar que nos

encontrábamos ante la presencia de una elevación de la línea de corriente superior producto de la oclusión de los drenes interiores, los que estaban constituidos por drenajes de pie de talud y en la zona del cauce acompañados de un prisma de piedra.

18. Personalización del Autocad para las Geociencias.

- En el presente trabajo se abordan los elementos básicos que deben conocerse para aplicar consecuentemente el AutoCAD acorde a estos objetivos de trabajo, específicamente en lo referente a la obtención de planos partiendo de diferentes condicionales y variada información de inicio, así como en la asociación y tratamiento de datos alfanuméricos y atributos de diferente naturaleza relacionados con los mapas que conforman la base cartográfica de las investigaciones.

19. Sistemas de Información Geográfica. Generalidades.

- Se abordan las Generalidades sobre los SIG y los Principios Metodológicos Básicos para la creación de un Proyecto GIS, incluyendo también las bases teórico - prácticas elementales requeridas para iniciar la introducción e implantación de estos Sistemas, como única vía de lograr la óptima automatización de los resultados de las investigaciones ingeniero – geológicas y medioambientales, con la correspondiente interacción y flujo de información entre las Bases de Datos y todos los Planos que conforman la Cartografía Digital de dichos Estudios.

20. Solución Autocad – Arcview para Mapas y Cálculos derivados de una base topográfica digital 3D, un Modelo Digital de Elevación (MDE) o un Modelo Digital del Terreno (MDT).

- Se realiza una presentación general del ArcView, en su versión 3.2 y se ofrece una Metodología basada en una Solución interactiva CAD – GIS para la obtención de Mapas y Cálculos derivados de una Base Topográfica digitalizada en tercera dimensión (3D) en AutoCAD Map, los cuales resultan de gran interés para las Investigaciones Ingeniero – Geológicas y Estudios Medioambientales.

21. Solución Dips – Autocad para los Estudios de Agrietamiento de los macizos rocosos.

- Se presenta una Metodología basada en la aplicación interactiva de los Programas DIPS y AutoCAD que permite procesar de forma automatizada todos los datos que conforman los Estudios de Agrietamiento de los macizos rocosos con la obtención de los correspondientes Diagramas, Tectonogramas, Ciclogramas e Histogramas, así como realizar la evaluación de estos resultados y obtener las Conclusiones y Recomendaciones relacionadas con la estabilidad de las obras proyectadas.

22. Mapas Temáticos Digitales para las Investigaciones Aplicadas. Metodología (*).

- Crear una Metodología teórico – práctica referida a los “Mapas Temáticos Digitales” que permita elevar la preparación científico – técnica de los especialistas y con ello la calidad y rigor de las investigaciones en sentido general.

- Confeccionar un Catálogo ilustrativo - metodológico que abarque su amplio espectro mediante ejemplos prácticos de dicho mapas, confeccionados para diferentes obras investigadas por la ENIA en los últimos años.

23. GIS (Geographical Information System) de las Condiciones Ingeniero - Geológicas ciudad de Holguín (*).

- Se presenta un GIS (Geographical Information System: Sistema de Información Geográfica) con los principales resultados de la Información Ingeniero – Geológica, Trazado Urbanístico y Modelo Digital de Elevación (MDE) de la ciudad de Holguín y sus alrededores.

- El principal objetivo del trabajo es crear un GIS con los resultados de las investigaciones ingeniero - geológicas realizadas a través del tiempo en este territorio, incluyendo algunos Mapas complementarios, con el fin de automatizar la información existente para conservarla y agilizar la gestión y búsqueda de la documentación requerida por los investigadores, así como para optimizar los recursos y ofrecer soluciones ágiles, argumentadas y eficientes.

24. Paquete Tecnológico para las Investigaciones Ingenieras (*).

-Abarca una amplia y variada Compilación de información con atributos de Automatización, concebido como HERRAMIENTA DE APLICACIÓN PRÁCTICA, que permite elevar el nivel científico – técnico y la eficiencia no sólo de las Investigaciones Ingenieras, sino que tiene una incidencia directa en la información básica utilizada por los Proyectistas y también se vincula con el proceso constructivo, ya que aborda de forma práctica y con suficientes argumentos técnicos procesos constructivos relacionados con las cimentaciones, obras de tierra y trabajos de hormigón aplicados a la construcción de disímiles tipos y categorías de obras.

- Posee un tamaño de 836 MB; contiene 230 Carpetas, 1279 Archivos o Ficheros y 180 Aplicaciones Prácticas u Opciones.

- El recurso de automatización se basa en el empleo combinado e interactivo de 15 Softwares o Programas de Computación: Laborat, Filtrac, DCP Analyzer, Office (fundamentalmente Excel), AutoCAD Map, Surfer, Adobe Reader, ACD See, Visio Technical, REM, DIPS, RockWorks, ArcView, AutoCAD Land y ArcGIS interconectados a través de un Menú Automatizado basado en hipervínculos.

25. Resumen de Información Tránsito Este – Oeste.

- La ENIA ha realizado y realiza un voluminoso y complejo volumen de trabajos en el TRÁNSITO ESTE-OESTE relacionados fundamentalmente con las siguientes actividades a pie de obra:

- Controles de Compactación de Suelos y Materiales Roccosos.
- Controles de Calidad del Hormigón.
- Diferentes tipos de Pruebas de Campo y Ensayos in situ.
- Investigaciones Ingeniero – Geológicas de Préstamos y Canteras como Materiales de Construcción, tanto para la construcción de la Presa Mayarí como para los Canales ubicados en diferentes tramos.
- Trabajos de perforación e Inyección de lechada de cemento en el Plinto, en el Túnel de Desvío y en la Presa Seborquito.

- Como puede verse el volumen de información es considerable, al igual que su complejidad. Por estas razones fue necesario realizar la Automatización que garantice poder acceder de forma rápida y confiable a la misma, facilitando además su constante actualización y cualquier trabajo de corrección que fuese necesario.

26. Automatización de los resultados de las Investigaciones Ingeniero – Geológicas realizadas en el Municipio Urbano Noris.

- Sobre la base del Mapa Topográfico digitalizado del Municipio Urbano Noris a escala 1: 10 000 y los Expedientes Técnicos de todas las obras investigadas en este territorio se realiza la automatización de esta información, para lo cual se emplea la opción o herramienta del Hipervínculo.

- Esta propuesta permite acceder de forma muy ágil y confiable a cualquier información al respecto, evitando la engorrosa búsqueda de Archivo. Además permite la actualización sistemática en la medida que se vayan realizando nuevas investigaciones, así como editar o corregir cualquier información ya hipervinculada.

- Es de destacar que toda la información del municipio aparece contenida en un solo archivo, el cual está copiado en todas las máquinas de los especialistas, lo que resulta sumamente práctico.

27. Automatización del procesamiento de los resultados de las INYECCIONES de lechadas de cemento (*).

- El objetivo de este trabajo es crear la Automatización del procesamiento de los resultados de los Trabajos de Inyección de lechadas de cemento y además ofrecer de forma resumida, compatible y coherente los Elementos Básicos de carácter teórico (obtenidos mediante la experiencia práctica acumulada en estos trabajos y el estudio minucioso de la literatura existente) requeridos para poder aplicar la misma con efectividad.

- Esta solución automatizada logra combinar de forma armónica e interactiva dos metodologías de procesamiento digital (la de Perfiles Ingeniero – Geológicos y la de Mapas de Isolíneas sencillos y superpuestos, ambas confeccionadas por el autor), junto a otros artificios y diseños de Bases de Datos, con la finalidad de obtener eficientemente toda la documentación tabular y gráfica requerida, así como la interpretación, análisis, comentarios y recomendaciones sobre los resultados obtenidos con los Trabajos de Inyección.

- Se ha aplicado con excelentes resultados en los trabajos realizados en las obras del Trasvase Este – Oeste (Plinto y Túneles de la Presa Mayarí y en el dentellón de la Presa Seboruquito).

CONCLUSIONES

- Este trabajo incluye la información correspondiente a 30 años de experiencias en la esfera de las Investigaciones Aplicadas a la Construcción.
- La información en cuestión está debidamente revisada, actualizada y compatibilizada con las normas y criterios vigentes al respecto.
- Debe prestarse especial atención a la Temática referente a la Patología de Presas, ya que los métodos y experiencias que se exponen pueden ser de mucha utilidad para dar respuesta a problemas similares que puedan presentarse.

- El debido uso de este producto facilita notablemente la consulta y estudio de dicha información, garantiza su conservación en formato digital, permite aprovechar los resultados obtenidos a través del tiempo y coadyuva al incremento de la calidad y la eficiencia de las investigaciones actuales y futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Armas, R, 2003. Desastres originados por fallas en presas de tierra.
- Corpas, A, 1989, Análisis generalizado de los rocosos como materiales de construcción.
- Corpas, A, 1990, Metodología para la confección de los Planos Axonométricos.
- Corpas, A, 1991, Consideraciones metodológicas sobre los ensayos granulométricos de los materiales aleurolíticos.
- Corpas, A, 1991, Consideraciones metodológicas sobre la investigación de presas en zonas con amplio desarrollo de formaciones aluviales.
- Corpas, A, 1993, La Proyección Estereográfica y su aplicación en la Ingeniería Geológica.
- Corpas, A, 1994, Metodología para la selección e interpretación de los ensayos de resistencia y deformación de suelos.
- Corpas, A, 1998, Integración de la Dimensión Ambiental en los Proyectos y Planes de ordenamiento territorial.
- Corpas, A, 1999, Estudio Geomecánico de los macizos rocosos.
- Corpas, A, 2000, Métodos de evaluación de Estabilidad de Taludes en macizos rocosos agrietados.
- Corpas, A, 2001, Generalidades – Metodología sobre los SIG (Sistemas de Información Geográfica).
- Corpas, A, 2001, Proyectos de Ordenamiento Ecológico Territorial – Sistemas de Información Geográfica.
- Corpas, A, 2002, El AUTOCAD en las Geociencias. Metodología.
- Corpas, A, 2004, Solución AutoCAD – Arc View para Mapas y Cálculos derivados de una Base Topográfica Digital en tercera dimensión (3D), un Modelo Digital de Elevación (MDE) o un Modelo Digital del Terreno (MDT).
- Corpas, A, 2004, Solución automatizada para el procesamiento y la evaluación de los Estudios de Agrietamiento de los macizos rocosos basada en el principio de las Proyecciones Estereográficas.
- Corpas, A, 2006, GIS de las Condiciones de las Condiciones Ingeniero – Geológicas, Trazado Urbanístico y Modelo Digital de Elevación (MDE) de la ciudad de Holguín y sus alrededores.
- Corpas, A, 2007, Ensayos Mecánicos de las Investigaciones Ingenieras.
- Corpas, A, 2008, Paquete Tecnológico para las Investigaciones Ingenieras.
- Corpas, A, 2009, Automatización del procesamiento de los resultados de las Inyecciones de lechadas de cemento.
- Corpas, A, 2010, Mapas Temáticos Digitales para investigaciones aplicadas. Metodología.
- ENIA Holguín, Resultados de Investigaciones Ingeniero – Geológicas complementarias realizadas en las presas y micropresas ubicadas en el territorio de las provincias orientales, las cuales confrontaron problemas de estabilidad y filtraciones luego de construidas o durante el proceso constructivo.
- Tutoriales del Flash 8.0.