

Desarrollo de una aplicación para el control de calidad de obras civiles en el P. H. Pirrís



Resumen de Control de Lechadas
Periodo del: 03/03/2005 al: 07/07/2005

Tipo de Cemento I MP

Relación A/C (4:2) 2

	Viscosidad (t)	Densificación (t)	Densidad (g/cm ³)	Relación A/C y h Compresión (g/cm ³)							
				Cilindros		Cubos		Cilindros		Cubos	
				7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x
Proyecto	29.03	33.04	1.26	35.33	16.19	194.65	43.00	46.35	11.63		
Módulo	28.95	23.00	1.21	13.91	23.00	28.00	43.00	28.00	52.00		
Abstrato	31.37	50.00	1.23	84.00	200.00	242.00	43.00	68.00	194.00		
Densidad Entendible	0.62	0.83	0.01	17.65	23.33	45.38		15.31	26.63		
Coeficiente Variación	5.01	3.83	0.01	45.00	44.48	42.50		28.44	36.35		
AP Datos	238	238	238	111	140	48	1	6	8		

Relación A/C (4:4) 1

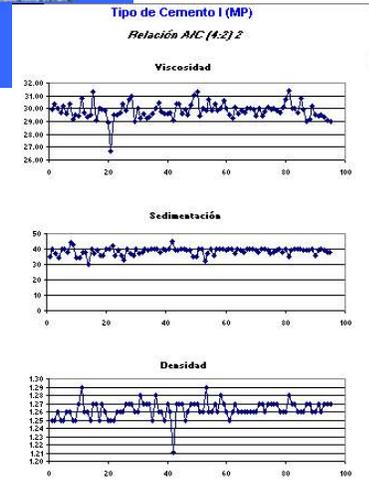
	Viscosidad (t)	Densificación (t)	Densidad (g/cm ³)	Relación A/C y h Compresión (g/cm ³)							
				Cilindros		Cubos		Cilindros		Cubos	
				7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x
Proyecto	32.43	16.53	1.46	16.23	120.15	167.21	130.00	32.00	142.00		
Módulo	30.77	13.00	1.45	25.00	13.00	25.00	130.00	50.00	17.00		
Abstrato	33.71	18.00	1.43	175.00	264.00	284.00	130.00	191.00	196.00		
Densidad Entendible	0.58	1.36	0.02	27.28	42.61	56.75		40.78	34.51		
Coeficiente Variación	1.17	2.20	1.06	39.05	39.46	33.74		44.53	35.33		
AP Datos	114	113	115	60	75	38	1	4	3		

Relación A/C (4:6) 0.67

	Viscosidad (t)	Densificación (t)	Densidad (g/cm ³)	Relación A/C y h Compresión (g/cm ³)							
				Cilindros		Cubos		Cilindros		Cubos	
				7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x
Proyecto	41.93	4.21	1.62	116.41	179.38	222.32		296.00	393.50		
Módulo	38.03	1.00	1.55	47.00	47.00	140.00		270.00	338.00		
Abstrato	44.05	3.00	1.65	85.00	380.00	523.00		556.00	401.00		
Densidad Entendible	1.41	1.56	0.02	31.03	57.95	51.48		98.93	3.12		
Coeficiente Variación	0.52	0.10	0.04	27.18	36.31	23.18		34.61	30.53		
AP Datos	53	53	53	23	36	17		2	2		

Relación A/C (4:8) 0.5

	Viscosidad (t)	Densificación (t)	Densidad (g/cm ³)	Relación A/C y h Compresión (g/cm ³)							
				Cilindros		Cubos		Cilindros		Cubos	
				7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x	60.61x	7.61x	22.81x
Proyecto	60.12	2.50	1.71	163.00	232.00	368.00					
Módulo	50.07	2.50	1.69	163.00	213.00	368.00					
Abstrato	75.36	2.50	1.74	163.00	319.00	368.00					
Densidad Entendible	19.05		0.04		26.67						
Coeficiente Variación	23.31		2.48		3.20						
AP Datos	2	1	2	1	2	1					



Abstract

This project allowed establishing a procedure to obtain information on results accurately and on time in order to minimize errors caused by data handling and processing and to ease the preparation of reports about the different processes of the works of the Pirrís H.P.

The work that was developed consisted of a computational tool for quality control of civil works, divided in sections related to control of conventional concrete strength, RCC, grout properties, and production of aggregates.

To achieve the objectives, the operation of Microsoft Access and Microsoft Excel was studied.

This computational tool was structured in a data input and storage section, and another section for preparation of summaries and control graphs.

The work concluded with the design of the applications in the different sections:

- *ContCal Lechadas*
- *ContCal Concretos*
- *ContCal RCC*
- *ContCal Agregados*
- *Control de Calidad de Lechadas*
- *Control de Calidad de Concretos*
- *Control de Calidad del RCC*
- *Control de Calidad de Agregados*

Keywords

- Quality Control
- Quality Control Database
- Quality Control Reports
- Quality Control Graphs

Resumen

Por medio de este proyecto, se logró establecer un procedimiento que pueda obtener la información de resultados en el menor tiempo posible, con el fin de minimizar los errores por el manejo y el procesamiento de la información, a la vez, facilitar la elaboración de informes, en los diferentes procesos de cada una de las obras del P.H. Pirrís.

El trabajo desarrollado consiste en la realización de una herramienta computacional para el control de calidad de obras civiles, en módulos de control de resistencias de concretos convencionales, RCC, propiedades de lechadas de inyección, y producción de agregados.

Para el logro de los objetivos se estudió el funcionamiento de los paquetes de cómputo, Microsoft Access y Microsoft Excel.

La herramienta computacional se estructuró en una sección de ingreso y almacenaje de datos; y otra sección de elaboración de resúmenes y gráficos de control.

El trabajo concluye con el diseño de las aplicaciones en sus diferentes módulos con lo que se obtienen

- *ContCal Lechadas*
- *ContCal Concretos*
- *ContCal RCC*
- *ContCal Agregados*
- *Control de Calidad de Lechadas*
- *Control de Calidad de Concretos*
- *Control de Calidad del RCC*
- *Control de Calidad de Agregados*

Palabras claves

- Control de Calidad
- Base de datos de Control de Calidad
- Informes de Control de Calidad
- Gráficos de Control de Calidad

Desarrollo de una aplicación para el control de calidad de obras civiles en el P. H. Pirrís

ING. JOSÉ ANTONIO BLANCO RAMÍREZ

Junio del 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
MARCO TEÓRICO.....	5
METODOLOGÍA.....	7
RESULTADOS	9
DEFINICIONES	11
ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LOS PROGRAMAS.....	40
CONCLUSIONES.....	41
APÉNDICES.....	42
ANEXOS.....	43
REFERENCIAS	44

Prefacio

El tema de este trabajo "Desarrollo de una aplicación para el control de calidad de obras civiles en el P.H. Pirrís" se basa en la importancia de la inspección y de identificar los problemas antes de que ocurran o suficientemente pronto en el proceso de control, de tal manera que puedan ser corregidos. Una adecuada inspección asegura la finalización exitosa del proyecto, además del cumplimiento de las especificaciones y planos.

En el proyecto P.H. Pirrís, actualmente el proceso de almacenaje y análisis de datos de control de calidad, se realiza de una forma manual, con formatos no estandarizados, que hacen que el proceso sea lento y requiera un esfuerzo mayor para lograr los resultados deseados, de ahí la importancia de crear una herramienta que venga a solventar esta necesidad de obtener en forma más eficiente el análisis de la información.

El control de calidad indica profesionalismo, ética y respeto por la vida y el trabajo.

Se agradece a todos los compañeros del departamento de Control de Calidad del P.H. Pirrís, por la colaboración y apoyo brindado en las diferentes consultas realizadas, de acuerdo al campo de su especialidad y en especial al jefe de área Ing. Abel Rivera Hernández por permitirme desarrollar el proyecto en la institución.

Agradecimiento al profesor Guía el Ing. Juan Carlos Coghi Montoya, por su colaboración para hacer realidad el presente trabajo.

Un agradecimiento especial a mi familia por su apoyo incondicional y sacrificio durante todo este tiempo.

Y por último y no el menos importante a Dios por estar siempre a mi lado.

Resumen Ejecutivo

Toda obra civil requiere de un adecuado control de calidad, para la finalización exitosa del proyecto y así asegurar el cumplimiento de las especificaciones, requisitos y propósitos de los planos. Para ello es indispensable mantener un control veraz y actual sobre la inspección, que no son solamente observaciones visuales y mediciones de campo sino también ensayos de laboratorio y recolección y evaluación de sus resultados, lo cual permite al proyecto realizar la obra de forma tal que cada actividad se mantenga dentro de sus requerimientos. El departamento de Control de Calidad es el encargado de realizar esta función, por lo que tomaron la decisión de desarrollar una herramienta que facilitara el manejo de información derivada del control de calidad de las diferentes obras.

Como objetivo para este trabajo se planteo la necesidad de tener una herramienta que fuera capaz de analizar y presentar los resultados de los diferentes controles que se llevan a cabo en la inspección de obras.

La secuencia seguida para el desarrollo del trabajo se detalla a continuación:

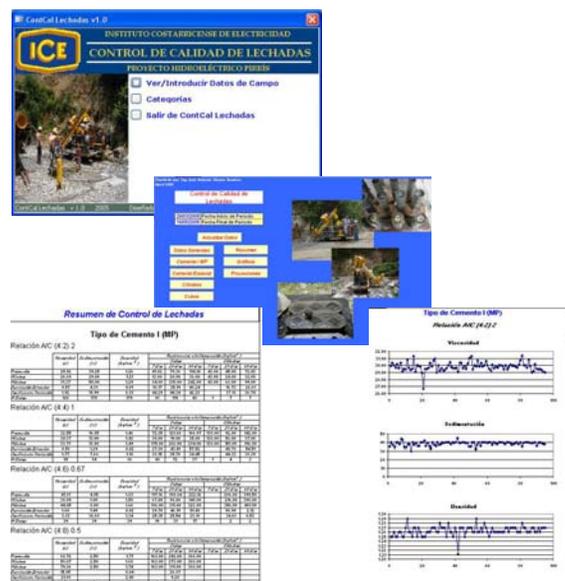
- Búsqueda de información de los posibles programas.
- Se recopiló información de cada uno de los procesos.
- Se recolectó los formatos de reportes utilizados para la toma de datos de campo y de laboratorio.
- Se realizaron consultas a los laboratoristas, técnicos e ingenieros del departamento de control de calidad.
- Se analizó toda la información recopilada.
- Se definió la estructura del diseño de la aplicación.
- Pasada la etapa de prueba y observación de las dos opciones para el desarrollo de la herramienta, se llegó a la conclusión de separar la aplicación en dos secciones; ingreso de datos y análisis y resultados.
- Se obtuvieron los siguientes programas:

- ✓ *ContCal Lechadas*
- ✓ *ContCal Concretos*
- ✓ *ContCal RCC*
- ✓ *ContCal Agregados*
- ✓ *Control de Calidad de Lechadas*
- ✓ *Control de Calidad de Concretos*
- ✓ *Control de Calidad del RCC*
- ✓ *Control de Calidad de Agregados*

- Se dio la implementación para observar el buen funcionamiento de los programas y detectar posibles mejoras o adiciones.
- Una vez realizadas todas las mejoras se procedió a dar capacitación técnica a los futuros usuarios, referente a cada uno de los módulos de la aplicación.

Dentro de las conclusiones obtenidas se puede mencionar que los resultados de los reportes permiten la toma de decisiones de forma inmediata y confiable, además permiten visualizar el comportamiento grupal de los datos.

La supervisión competente y estricta casi inamistosa, parece ser clave del problema de cómo prevenir fallas.



Introducción

El control de calidad en obras civiles es parte fundamental para la finalización exitosa de un proyecto, y asegura el cumplimiento de las especificaciones, requisitos y propósitos de los planos.

El control de calidad en su sentido más amplio abarca no solo observaciones visuales y mediciones de campo sino también ensayos de laboratorio, recolección y análisis de sus resultados para los diferentes procesos. Es por esta razón que el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís (P.H. Pirrís) tomó la decisión de desarrollar una herramienta que facilitara el manejo de información derivada del control de calidad de las diferentes obras.

Dentro de las obras a desarrollar por administración del P.H. Pirrís, están el revestimiento y relleno del blindaje del túnel, casa de máquinas y túnel de restitución.

Algunos procesos que son parte fundamental de dichas obras son la inyección de lechadas, utilización de concretos convencionales, producción de agregados y utilización de concreto compactado con rodillo "CCR" o por sus siglas en inglés "RCC" derivado de los términos roller compacted concrete, en adelante para este trabajo se utilizará el término RCC.

La recolección y análisis de información para el control de calidad de estos procesos es una actividad muy compleja y extensa, que requiere de información actualizada que permita la toma de decisiones oportunas y certeras, para la adecuada corrección, en caso de que existan problemas.

Actualmente estos procesos son muy lentos debido a que la información es procesada en una hoja electrónica sin formatos estandarizados, que dificulta el análisis y la elaboración de gráficos de control, al igual que el resumen de los resultados; todo esto conlleva a una información tardía o con un gran esfuerzo de trabajo para obtener los resultados a tiempo y facilitar la toma de decisiones.

El departamento de control de calidad seleccionó los procesos antes descritos (inyección de lechadas, concretos convencionales, producción de agregados y RCC) para el diseño y desarrollo de una herramienta computacional que fuera más eficiente para el análisis y control de datos, así como para la realización de informes con el fin de observar los comportamientos de los procesos en determinado período.

Además se requerirá que el sistema no sea complejo, de manera tal que cualquier miembro del departamento (auxiliares, inspectores, técnicos, ingenieros), pueda acceder a la información para realizar las consultas y los controles adecuados.

Como objetivo general para este trabajo se tiene desarrollar un plan de control de calidad de las obras civiles que el I.C.E. efectuará por administración en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís y los objetivos específicos son los siguientes:

1. Realizar una aplicación en Microsoft Excel u otro programa para la captura de información, análisis y presentación de los resultados de los diferentes controles que se lleven a cabo en la inspección de las obras. En ésta se elaborarán módulos para el control de resistencias de concreto, propiedades de lechadas de inyección y producción de agregados.
2. Elaborar especificaciones técnicas para la inspección de las obras civiles que el I.C.E. realizará por administración. Estas especificaciones considerarán aspectos de calidad de materiales, de procesos constructivos y de inspección, estableciendo los criterios de aceptación, métodos de prueba y frecuencias.
3. Elaborar un programa para la capacitación de los inspectores de obras civiles que participarán en el control de calidad de las obras por administración. En éste se definirán los niveles de inspectores, así como los conocimientos técnicos que deben poseer dependiendo

de cada nivel y la calificación que deben aprobar para pasar al siguiente nivel.

Para el diseño físico de estas aplicaciones se utilizó el software Microsoft Access y Microsoft Excel, dado que el diseño físico de la herramienta computacional se dividió en cuatro módulos, control de resistencias de concretos convencionales, control de resistencias del RCC, propiedades de lechadas de inyección, y producción de agregados.

A su vez cada módulo se dividió en dos secciones; la primera sección es la creación de tablas para el almacenaje e ingreso de datos; para esta sección se utilizó Microsoft Access. La segunda sección se desarrolló en Microsoft Excel en el cual mediante la utilización de macros se generan los informes y gráficos de control.

Marco Teórico

Proyecto Hidroeléctrico Pirrís

Para atender el continuo crecimiento de la demanda eléctrica, que para el período 1996-2015 aumentará anualmente entre 4.8 y 6.6%, el ICE ha mantenido en estudio una cartera de proyectos que, sometidos a un proceso de selección, permiten obtener las mejores opciones para la expansión de la capacidad de generación. Se presenta de esta manera el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, cuyas características lo colocan como la opción de mínimo costo para el Plan de Expansión de la Generación.

El P.H. Pirrís se localiza en la cuenca del río Pirrís (Vertiente del Pacífico) en las cercanías de las ciudades de San Marcos de Tarrazú y San Pablo de León Cortés, en la Provincia de San José. La Casa de Máquinas se ubica en las cercanías del caserío de Bijagual (distrito de La Legua) de Aserri.

Tendrá una potencia instalada de 128 MW y una generación media anual de 560 GWh. Consiste en una presa de Concreto Compactado con Rodillo (CCR) de 113 m de alto que formará un embalse útil de 30 hm³ que le da capacidad de regulación mensual. Una conducción subterránea de aproximadamente 11 Km permitirá aprovechar una caída bruta de 874 metros. La Casa de Máquinas albergará dos unidades Pelton de 64 MW cada una. La línea de transmisión, de 72 Km y 230 kV, conectará la nueva planta con el centro de carga metropolitano.

Inyección de Lechadas

El control de calidad de inyección de lechadas es un proceso que requiere la toma de gran cantidad de datos de campo, así como posteriores pruebas de laboratorio.

Dentro de la información que se debe almacenar para el adecuado control, se encuentra la fecha de muestreo, el número de perforación, el nombre del inspector que realizó el muestreo, tipo de cemento que se utilizó en la mezcla de la lechada y adicionalmente a estos datos se toman las muestras para las pruebas de resistencia a compresión, ya sean cubos, cilindros o reperforaciones, los datos para las muestras de resistencia son: la profundidad a que se realizó el muestreo, la hora del muestreo, la viscosidad, sedimentación, densidad y relación agua cemento de la mezcla.

Posteriormente se realizan las pruebas de laboratorio, dependiendo de los requerimientos se pueden obtener datos de resistencias a la compresión a los 7, 14, 28, 60, 90 y 120 días.

Es importante anotar cualquier observación que se considere relevante para el análisis de los datos.

Cabe resaltar que para cada día de muestreo pueden existir diferentes perforaciones, y por cada perforación pueden existir variedad de datos de cilindros, cubos y reperforaciones.

Concretos Convencionales

Por la gran variedad de obras y por los diferentes diseños de mezclas presentes en cada obra, el control de calidad de concretos convencionales genera diversos datos. Dentro los datos que se registran están la fecha en que se realizó el muestreo, la producción total, el volumen colocado y desechado de concreto, el factor de rendimiento, el revenimiento de la mezcla muestreada, la cantidad de agua de la mezcla, la relación agua cemento, adicionalmente se debe registrar el nombre de la obra y la estructura donde se realizó el muestreo, el inspector

responsable, el código del diseño de la mezcla, adicionalmente es importante anotar el equipo de producción y/o colocación que se utilizó; si existiera alguna observación relevante a la hora del muestreo se debe anotar en el registro para una eventual revisión del concreto en la obra ya que facilita determinar las posibles causas de los defectos.

Otras pruebas realizadas a los concretos convencionales son las pruebas de resistencias a la compresión realizadas en el laboratorio, en ellas se registran las resistencias a los 3, 7, 14, 28 ó 60 días, dependiendo los requerimientos solicitados.

Agregados

La importancia de usar el tipo y calidad correctos del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen de concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto.

La granulometría y los límites granulométricos se expresan generalmente en porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz.

Hay muchas razones para que se especifiquen los límites granulométricos y el tamaño máximo nominal de los agregados, pues afectan las proporciones relativas de los agregados, bien como la demanda de agua y de cemento, trabajabilidad, bombeabilidad, economía, porosidad, contracción (retracción) y durabilidad del concreto. Las variaciones en la granulometría pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de una mezcla a otra. Las arenas muy finas son normalmente antieconómicas, mientras que arenas y gravas gruesas pueden producir mezclas sin trabajabilidad. En general los agregados que no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y presentan una curva granulométrica suave, producirán los resultados más satisfactorios.

Es por esta razón que uno de los elementos más importantes para asegurar la calidad del concreto con respecto a los agregados es el control granulométrico.

Concreto Compactado con Rodillo

El concreto compactado con rodillo “CCR” o “RCC” por sus siglas en inglés, se refiere al concreto utilizado en un proceso constructivo que combina las técnicas económicas y rápidas de colocación utilizadas para las presas de materiales sueltos, con la resistencia y durabilidad del concreto. El RCC es un concreto con una consistencia de asentamiento nulo en su estado fresco en el cual se transporta, se coloca y se compacta utilizando equipos de construcción de movimiento de tierras. Las propiedades del RCC endurecido son similares a las de los concretos colocados por medio tradicionales.

La colocación del RCC se realiza en capas horizontales similares a las técnicas de construcción de presas de materiales sueltos. Utilizando este procedimiento constructivo, las presas de RCC pueden elevarse a un ritmo cercano a 10 m por mes o más. El número de juntas entre las capas, relativamente finas, y su control de calidad pueden tener una gran influencia en la estabilidad global de la presa en términos de subpresión y de resistencia a tracción y cortante en las juntas entre capas.

Metodología

Inicialmente se realizó una búsqueda de información de los posibles programas para el diseño de la aplicación. De tal manera se estudió el funcionamiento de cada uno de ellos.

Pasada la etapa de aprendizaje de cada uno de los programas se recopiló información de cada uno de los procesos, objetos para el desarrollo de la herramienta computacional. Se compilaron los formatos de reportes utilizados para la toma de datos de campo y de laboratorio, los cuales son la base fundamental del diseño de las tablas y formularios para el ingreso de datos.

Adicionalmente se realizaron consultas a los laboratoristas, técnicos e ingenieros del departamento de control de calidad, para una información más detallada de los procesos de recolección y análisis de datos de los diferentes procesos de inspección.

Seguidamente se analizó toda la información recopilada, para poder definir la estructura del programa de cómputo.

Definida la estructura se inicia la tarea de seleccionar el software más apropiado para elaborar la herramienta.

En una etapa de prueba se utilizaron Microsoft Excel y Microsoft Access, para determinar la mejor opción desde el punto de vista de facilidad de uso, efectividad en el manejo de gran cantidad de datos, presentación de resultados y elaboración de gráficos de control.

Pasada la etapa de prueba y observación de las dos opciones para el desarrollo de la herramienta, se llegó a la conclusión de separar la aplicación en dos secciones; ingreso de datos y análisis y resultados.

Para el ingreso de datos se utilizó Microsoft Access y en el caso de análisis y resultados de los datos se utilizó Microsoft Excel.

En la etapa de diseño para los programas en Access se definió cada una de las tablas para el almacenaje de datos, así como las relaciones entre ellas. Los formularios de ingreso de datos también fueron definidos en esta etapa.

Finalizada la etapa de diseño se realizó la confección de cada una de las aplicaciones en Access.

Terminadas las aplicaciones en Access, comenzó el proceso de la programación en Excel, dado que se utilizaron macros para la elaboración de los resúmenes y de los gráficos de control.

Mientras se desarrollaba esta etapa de programación en Excel se implementaron los módulos de Access por parte de los responsables de llevar el control de cada proceso, esto con el fin de determinar posibles modificaciones o mejoras.

Finalizados los módulos en Excel y previamente depurados, se dio la implementación para observar el buen funcionamiento de los programas y detectar posibles mejoras o adiciones.

Una vez realizadas todas las mejoras se procedió a dar capacitación técnica a los futuros usuarios, referente a cada uno de los módulos de la aplicación.

El desarrollo del segundo y tercer objetivo de este trabajo, no se desarrollaron por motivo de tiempo, a continuación se detalla los inconvenientes presentados.

El departamento de control de calidad del P.H. Pirrís, dio prioridad al primer objetivo por tratarse de una aplicación computacional para la captura, análisis y presentación de resultados de los diferentes controles de calidad en obras civiles, esto obligó al autor a estudiar muy a fondo la utilización de macros en Microsoft Excel y la realización de bases de datos en Microsoft Access, tarea que requirió muchas horas de trabajo.

Uno de los inconvenientes que se presentaron durante la ejecución del trabajo fue el de no contar con una computadora disponible para el uso continuo, debido a las inexistencias de equipos en el proyecto. Por esta razón la maquina que se utilizaba era la que estuviera libre en algún momento por parte del departamento de calidad, cabe destacar que en

reiteradas ocasiones no se contaba con este recurso.

Otro aspecto es que se realizaron modificaciones significativas en una etapa avanzada del diseño de las aplicaciones y como consecuencia una reestructuración importante.

Después de finalizadas estas aplicaciones se dio la tarea de brindar capacitación técnica a los futuros usuarios de los sistemas, además de soporte técnico a las aplicaciones.

Sin embargo se contó con todo el apoyo por parte del departamento de control de calidad, por su alta necesidad de contar con estas herramientas y ser implementadas durante el período en que se desarrolló este trabajo, para poder contar en todo momento con el autor intelectual y que este brindara cualquier soporte técnico requerido.

Resultados

- *ContCal Lechadas*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Access, que tiene como función el ingreso y almacenamiento de datos, obtenidos del control de calidad de las lechadas.



Figura 1. Panel de control principal de *ContCal Lechadas*. (Formato jpg)

- *ContCal RCC*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Access, que tiene como función el ingreso y almacenamiento de datos, obtenidos del control de calidad del concreto compactado con rodillo.



Figura 3. Panel de control principal de *ContCal RCC*. (Formato jpg)

- *ContCal Concretos*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Access, que tiene como función el ingreso y almacenamiento de datos, obtenidos del control de calidad de los concretos convencionales.



Figura 2. Panel de control principal de *ContCal Concretos*. (Formato jpg)

- *ContCal Agregados*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Access, que tiene como función el ingreso y almacenamiento de datos, obtenidos del control de calidad de la producción de agregados.



Figura 4. . Panel de control principal de *ContCal Agregados*. (Formato jpg)

- *Control de Calidad de Lechadas*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Excel, que tiene como función la elaboración de gráficos de control, así como la confección de tablas resumen para la presentación de informes en determinado período, esta aplicación se encuentra vinculada con ContCal Lechadas para mantener los datos actualizados.



Figura 5. Panel de control principal de *Control de Calidad de Lechadas*. (Formato jpg)

- *Control de Calidad de RCC*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Excel, que tiene como función la elaboración de gráficos de control, así como la confección de tablas resumen para la presentación de informes en determinado período. Esta aplicación se encuentra vinculada con ContCal RCC para mantener los datos actualizados.



Figura 7. Panel de control principal de *Control de Calidad del RCC*. (Formato jpg)

- *Control de Calidad de Concretos*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Excel, que tiene como función la elaboración de gráficos de control, así como la confección de tablas resumen para la presentación de informes en determinado período. Esta aplicación se encuentra vinculada con ContCal Concretos para mantener los datos actualizados.



Figura 6. Panel de control principal de *Control de Calidad de Concretos*. (Formato jpg)

- *Control de Calidad de Agregados*, herramienta computacional elaborada en Microsoft Excel, que tiene como función la elaboración de gráficos de control, así como la confección de tablas resumen para la presentación de informes en determinado período. Esta aplicación se encuentra vinculada con ContCal Agregados para mantener los datos actualizados.



Figura 8. Panel de control principal de *Control de Calidad de Agregados*. (Formato jpg)

Definiciones

ContCal Lechadas

Formulario Control de Calidad de Lechadas

Fecha: Se refiere al día, mes y año en que se realizó el muestreo. El formato de ingreso es dd/mm/aa.

Nº Perforación: es el código asignado a la perforación en la cual se realizó el muestreo.

Inspector: persona encargada de realizar el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo inspector directamente. Para ingresar un inspector nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo inspector. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Inspectores, consecuentemente se abre el formulario Inspectores.

Tipo Cemento: define el tipo de cemento utilizado en la lechada que fue objeto del muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que este cuadro no permite ingresar un nuevo tipo de cemento directamente. Para ingresar un tipo de cemento nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo tipo de cemento. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, donde se despliega el panel de control secundario, en él selecciona Ver/Ingresar

Tipo de Cemento, éste abre el formulario Tipo Cemento.

Margen: indica el margen de la cortina de inyección donde se realizó el muestreo, en este caso el margen derecho o el margen izquierdo, por lo que no se puede ingresar en nuevo margen.

Galería #: representa el nivel de galería en el cual se realizó el muestreo, para este campo se cuenta con una lista desplegable que contiene solamente los cuatro niveles de galerías, por lo que no se puede ingresar un nuevo nivel.

Profundidad: define el rango de profundidad a la que se realizó el muestreo. El dato debe estar en metros (m), con un formato de nn-nn.

Hora Muestreo: indica la hora a la que se realizó el muestreo. El dato debe ser en horas con un formato de 13:55.

Viscosidad: medida de la viscosidad de la muestra, la unidad de medida es segundos (s).

Sedimentación: medida de la sedimentación de la muestra, la unidad de medida es porcentaje (%).

Densidad: medida de la densidad de la muestra, la unidad de medida es gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).

Relación A/C: indica la relación agua cemento de la lechada. Este campo está diseñado como un lista desplegable que ya posee relaciones agua cemento que fueron ingresados previamente y que son los más característicos, pero si se necesita ingresar una nueva relación se puede hacer dando clic sobre el botón "+", quien abre el formulario para el ingreso de una nueva relación. También existe la posibilidad de ingresar otra

relación diferente a las actuales mediante el panel de control secundario Categorías.

7 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 7 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

14 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 14 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

28 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 28 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

60 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 60 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

90 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 90 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

120 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 120 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Observaciones: cualquier información relevante para el muestreo realizado.

Formulario Inspectores

Figura 9. Formulario Inspectores, para el ingreso de los datos de un nuevo Inspector. (Formato jpg)

Código: representa una cadena de texto menor a la del nombre y apellidos. Está compuesto por la letra inicial del nombre y el primer apellido completo. Pero puede ser definido por el usuario para su comodidad.

Nombre: se refiere al nombre del inspector.

Apellidos: se refiere a los apellidos del inspector.

Formulario Tipo Cemento

Figura 10. Formulario Tipo Cemento, para el ingreso de los datos de un nuevo tipo de cemento. (Formato jpg)

Código: el código se refiere a una denominación al tipo de cemento, que facilite su identificación. Es definido por el usuario.

Tipo de Cemento: breve descripción del tipo de cemento.

Formulario Relación A/C

Figura 11. Formulario Relación A/C, para el ingreso de una nueva relación agua / cemento. (Formato jpg)

A/C: valor de la relación agua cemento, es un valor adimensional.

ContCal Concretos

Fecha: Se refiere al día, mes y año en que se realizó el muestreo. El formato de ingreso es dd/mm/aa.

Producción Total: se refiere a la producción de concreto. Unidad de medida metros cúbicos por hora (m^3/h).

Volumen Desechado: volumen de concreto desechado. Unidad de medida metros cúbicos (m^3).

Volumen Colocado: volumen de concreto colocado. Unidad de medida metros cúbicos (m^3).

Factor de Rendimiento: es el resultado de dividir el tiempo efectivo de colocado entre el tiempo total.

Revenimiento: valor del revenimiento de la muestra. Unidad de medida centímetros (cm).

Agua: cantidad de agua de la mezcla. Unidad de medida en litros (L).

A/C: valor de la relación agua cemento, es un valor adimensional.

Equipo de producción y/o colocación: descripción del equipo de producción y/o colocación del concreto.

Observaciones: cualquier información relevante para el muestreo realizado.

Obra: nombre de la obra donde se realizó el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar una nueva obra directamente. Para ingresar una obra nueva existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso de la nueva obra. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar

Obras, consecuentemente se abre el formulario Obras.

Estructura: nombre de la estructura donde se realizó el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar una nueva estructura directamente. Para ingresar una estructura nueva existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso de la nueva estructura. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Estructuras, consecuentemente se abre el formulario Estructuras.

Inspector: persona encargada de realizar el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo inspector directamente. Para ingresar un inspector nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo inspector. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Inspectores, consecuentemente se abre el formulario Inspectores.

Diseño de Mezcla: se refiere al código designado a un diseño de mezcla específico. Este campo posee una lista desplegable con diseños previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo diseño directamente. Para ingresar un diseño de mezcla nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo diseño de mezcla. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Diseños de Mezclas, consecuentemente se abre el formulario Diseño de Mezcla.

3 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 3 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

7 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 7 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

14 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 14 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

28 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 28 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

60 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 60 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Formulario Obras

Figura 12. Formulario Obras, para el ingreso de los datos de una nueva obra. (Formato jpg)

Obra: nombre representativo de la obra.

Descripción: breve descripción de la obra.

Formulario Estructuras

Figura 13. Formulario Estructuras, para el ingreso de los datos de una nueva estructura. (Formato jpg)

Estructura: nombre representativo de la estructura.

Descripción: breve descripción de la estructura.

Formulario Diseño de Mezcla

Figura 14. Formulario Diseño de Mezcla, para el ingreso de los datos de un nuevo diseño de mezcla. (Formato jpg)

Código de Mezcla: denominación a cada diseño de mezcla. El formato es definido por el usuario.

Relación A/C: valor de la relación agua cemento del diseño de la mezcla; es un valor adimensional.

Tipo de Cemento: código del tipo de cemento utilizado para el diseño de la mezcla. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo tipo de cemento directamente. Para ingresarlo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo tipo de cemento. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Tipo de Cemento,

consecuentemente se abre el formulario Tipo Cemento.

Cantidad de Cemento: cantidad de cemento requerido por el diseño de la mezcla especificado, la unidad de medida utilizada es en kilogramos (kg).

Cantidad de puzolana: cantidad de puzolana requerida por el diseño de la mezcla, el dato se expresa en porcentaje (%) con respecto al peso del cemento.

Cantidad de agua: cantidad de agua requerida por el diseño de la mezcla, la unidad de medida utilizada es en litros (L).

f 'c: valor de la resistencia a la compresión del diseño de la mezcla, medida en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Tipo de Aditivo: nombre del tipo de aditivo requerido por el diseño de la mezcla.

Dosis de aditivo: cantidad de aditivo requerido por el diseño de la mezcla, la unidad de medida es en centímetros cúbicos por kilogramo de cemento ($\text{cc}/\text{kg}*\text{cem}$).

Cantidad de agregados: sección para el ingreso de las cantidades de los diferentes agregados. Esta sección se compone de cuatro campos a la izquierda, donde en cada uno se selecciona el tipo de agregado a especificar mediante la lista desplegable de cada cuadro. En los cuatro campos a la derecha se ingresa la cantidad en porcentaje del agregado seleccionado en el campo de la izquierda. En caso de que se necesite ingresar un nuevo tipo de agregado existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo tipo de agregado. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Tipo de Agregado, consecuentemente se abre el formulario Tipo de Agregado.

Formulario Tipo de Agregado

Figura 15. Formulario Tipo de Agregado, para el ingreso de un nuevo tipo de agregado. (Formato jpg)

Tipo de Agregado: nombre del tipo de agregado.

Descripción: breve descripción del agregado.

Formulario Tipo Cemento

Ver Figura 10.

Código: el código se refiere a una denominación al tipo de cemento, que facilite su identificación. Es definido por el usuario.

Tipo de Cemento: breve descripción del tipo de cemento.

Formulario Aditivos

Figura 16. Formulario para el ingreso de un nuevo tipo de aditivo. (Formato jpg)

Código de Aditivo: codificación asignada a cada tipo de aditivo, la cual es definida por el usuario.

Descripción: breve descripción del aditivo.

Formulario Inspectores

Ver Figura 9.

Código: representa una cadena de texto menor a la del nombre y apellidos. Está compuesto por la letra inicial del nombre y el primer apellido completo. Pero puede ser definido por el usuario para su mejor entendimiento.

Nombre: se refiere al nombre del inspector.

Apellidos: se refiere a los apellidos del inspector.

ContCal RCC

Formulario Control de Resistencias del RCC

Fecha: Se refiere al día, mes y año en que se realizó el muestreo. El formato de ingreso es dd/mm/aa.

Volumen Batida: valor del volumen de la batida realizada, medido en metros cúbicos (m³).

Densidad VeBe: valor de la densidad VeBe de la mezcla, medida en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3).

Diseño de Mezcla: se refiere al código designado a un diseño de mezcla específico. Este campo posee una lista desplegable con diseños previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo diseño directamente. Para ingresar un diseño de mezcla nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo diseño de mezcla. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Diseños de Mezclas, consecuentemente se abre el formulario Diseño de Mezcla.

Inspector: persona encargada de realizar el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo inspector directamente, para ingresar un inspector nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo inspector. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control secundario, en él se selecciona Ver/Ingresar Inspectores, consecuentemente se abre el formulario Inspectores.

de Capa: hace referencia al número de capa de la construcción de la presa, de donde se realizó el muestreo.

VeBe sin aditivo: medida de la consistencia VeBe de la mezcla sin aditivo, la unidad de medida utilizada es segundos (s).

VeBe con aditivo: medida de la consistencia VeBe de la mezcla con aditivo, la unidad de medida utilizada es segundos (s).

Relación A/C: valor de la relación agua cemento del diseño de la mezcla; es un valor adimensional. El campo superior es para el valor de A/C de la mezcla sin aditivo, mientras el

campo inferior es para la relación agua cemento de la mezcla con aditivo.

7 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 7 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

14 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 14 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

28 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 28 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

60 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 60 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

90 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 90 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

120 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 120 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

240 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 240 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

365 días: resistencia a la compresión, de la muestra a la edad de 360 días. La unidad de medida es kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Densidad: valor de la densidad de la mezcla, medida en kilogramos por centímetro cúbico (g/cm^3).

Observaciones: cualquier observación relevante en el muestreo realizado.

Por la similitud entre ContCal Concretos y ContCal RCC en cuanto a las categorías, las definiciones de cada formulario de las categorías de ContCal RCC son las mismas descritas en las

definiciones de ContCal Concretos. A saber los formularios:

- Inspectores
- Diseño de Mezcla
- Aditivos
- Tipo Cemento
- Tipo de Agregado.

ContCal Agregados

Material Extraído de: nombre del sitio de extracción del material. Este campo posee una lista desplegable con datos previamente ingresados, por lo que no permite ingresar un nuevo lugar de extracción directamente. Para ingresar un lugar nuevo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge un formulario para el ingreso del nuevo lugar de extracción. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control terciario (Categorías), en él se selecciona Ver/Ingresar Lugares de Extracción, consecuentemente se abre el formulario Lugares de Extracción.

Fecha de Muestreo: Se refiere al día, mes y año en que se realizó el muestreo. El formato de ingreso es dd/mm/aa.

Fecha de Prueba: Se refiere al día, mes y año en que se realizó la prueba al agregado. El formato de ingreso es dd/mm/aa.

Peso: valor del peso total de la muestra, medido en kilogramos (kg).

50 mm (2"): peso retenido en la malla 50 mm, la unidad de medida es kilogramos (kg).

37.5 mm (1 1/2"): peso retenido en la malla 37.5 mm, la unidad de medida es kilogramos (kg).

25 mm (1"): peso retenido en la malla 25 mm, la unidad de medida es kilogramos (kg).

19 mm (3/4"): peso retenido en la malla 19 mm, la unidad de medida es kilogramos (kg).

9.5 mm (3/8"): peso retenido en la malla 9.5 mm, la unidad de medida es kilogramos (kg).

CH: peso retenido en la charola, la unidad de medida es kilogramos (kg).

Peso Unitario Suelto: valor del peso unitario suelto del agregado, la unidad de medida es kilogramo por metro cúbico (kg/m³).

Lavado malla #200: Porcentaje pasando la malla # 200.

Partículas planas y elongadas: cantidad de partículas planas y elongadas, la unidad de medida es kilogramos (kg).

Pérdida por abrasión: valor de la pérdida por abrasión del agregado, expresado en porcentaje.

Sanidad: valor de la sanidad del agregado expresado en porcentaje.

Gbs: valor de la gravedad específica bruta

Gsss: valor de la gravedad específica en condición saturada superficie seca

Absorción: Valor de la absorción del agregado, expresado en porcentaje.

Módulo de Finura: valor del módulo de finura de la arena, es un valor adimensional.

Aportado: persona encargada de realizar el muestreo. Este campo posee una lista desplegable con datos del personal previamente ingresados, por lo que no permite ingresar el nombre de una nueva persona directamente. Para ingresarlo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo personal. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control terciario, en él se selecciona Ver/Ingresar Personal, consecuentemente se abre el formulario Personal.

Experimentador: persona encargada de realizar los ensayos de laboratorio. Este campo posee una lista desplegable con datos del personal previamente ingresados, por lo que no permite ingresar el nombre de una nueva persona directamente. Para ingresarlo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer

doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo personal. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control terciario, en él se selecciona Ver/Ingresar Personal, consecuentemente se abre el formulario Personal.

Revisado: persona encargada de realizar la revisión de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio. Este campo posee una lista desplegable con datos del personal previamente ingresados, por lo que no permite ingresar el nombre de una nueva persona directamente. Para ingresarlo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo personal. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control terciario, en él se selecciona Ver/Ingresar Personal, consecuentemente se abre el formulario Personal.

Sitio de Producción: nombre del sitio de producción. Este campo posee una lista desplegable con datos de los sitios de producción previamente ingresados, por lo que no permite ingresar el nombre de un nuevo sitio directamente. Para ingresarlo existen dos maneras de hacerlo; la primera forma es hacer doble clic sobre el campo, con lo cual emerge el formulario para el ingreso del nuevo sitio. La otra opción es realizándolo desde el panel de control principal, activando el botón Categorías, el cual despliega el panel de control terciario, en él se selecciona Ver/Ingresar Sitios de Producción, consecuentemente se abre el formulario Sitio de Producción.

Observaciones: cualquier observación relevante en el muestreo realizado.

Formulario Personal

Figura 17. Formulario para el ingreso de los datos de un nuevo integrante del personal. (Formato jpg)

Código: representa una cadena de texto menor a la del nombre y apellidos. Está compuesto por la letra inicial del nombre y el primer apellido completo. Pero puede ser definido por el usuario para su mejor entendimiento.

Nombre: se refiere al nombre del inspector.

Apellidos: se refiere a los apellidos del inspector.

Formulario Lugares de Extracción

Figura 18. Formulario para el ingreso de un nuevo lugar de extracción. (Formato jpg)

Lugar: nombre del lugar de extracción.

Descripción: breve descripción del lugar de extracción.

Formulario Sitio de Producción



The image shows a software window titled "Sitio de Producción". Inside the window, there are two input fields. The first field is labeled "Código" and the second is labeled "Descripción". Below these fields, there is a button labeled "Modificar" and a "Registro:" label followed by several navigation arrows (back, forward, search, etc.).

Figura 19. Formulario para el ingreso de un nuevo sitio de producción. (Formato jpg)

Código: nombre del lugar de extracción.

Descripción: breve descripción del lugar de extracción.

Análisis de Resultados

Aplicaciones Computacionales

El análisis de resultados se enfoca en el funcionamiento de cada una de las aplicaciones computacionales realizadas, dado que se debe comprender la estructuración y el manejo de datos que brinda el programa; para así poder interpretar correctamente los resultados presentados, evitando errores a la hora de llevar a cabo el control de calidad de obras civiles, que es el objetivo fundamental de estas aplicaciones.

Inicialmente se analizarán los cuatro módulos de base de datos realizados en Microsoft Access y posteriormente los módulos paralelos a cada aplicación de Access realizados en Microsoft Excel que dan como resultado la elaboración de los informes y gráficos de control.

ContCal Lechadas



Figura 20. Panel de control principal de *ContCal Lechadas*. (Formato jpg)

ContCal Lechadas mantiene de una forma fácil y segura toda la información derivada del proceso de control de calidad de lechadas de inyección. El formulario de inicio o panel de control principal de *ContCal Lechadas* (ver figura 20), consta de tres botones para que el usuario pueda desplazarse a las diferentes opciones, además en la parte inferior izquierda del panel de control se encuentra un vínculo con *Control de Calidad de Lechadas* (aplicación paralela para la elaboración de los informes).

La descripción de cada botón del panel de control principal se brinda a continuación:

Ver / Introducir Datos de Campo

Este botón al ser activado emerge el formulario para el ingreso de los datos de campo y de laboratorio del control de calidad de las lechadas (ver figura 21).

The image shows a detailed data entry form titled 'Control de Calidad de Lechadas'. At the top, there are fields for 'Fecha', 'Inspector', 'Margen', 'N° Perforación', 'Tipo Cemento', and 'Galería #'. Below these are tabs for 'Cubos', 'Cilindros', and 'Reperforaciones'. The 'Cubos' tab is active, showing a table for 'Resistencias a la Compresión' with columns for 'Profundidad' (m), 'Hora Muestreo', 'Viscosidad' (seg), 'Sedimentación' (%), 'Densidad' (g/cm3), and 'Relación A/C'. The table has rows for 7, 14, 28, 60, 90, and 120 days, each with a corresponding 'kg/cm2' field. There is a 'Nuevo Cubo' button and a 'Registro:' field with navigation arrows. At the bottom, there is an 'Observaciones' field and a '# Registro (tonumérico)' field. The footer contains 'Nuevo Registro', 'Modificar', and other utility icons.

Figura 21. Formulario para el ingreso de datos de campo. (Formato jpg)

El ingreso de la fecha y número de perforación para cada nuevo registro es indispensable para poder llevar el control de calidad de la forma más ordenada. Ya que en el análisis de los datos se pueden detectar datos que no están dentro del rango permitido, entonces la fecha y el número de perforación son datos que permiten verificar los registros en el archivo que se mantiene en el departamento de control de calidad, generado por los reportes de los inspectores de obra civil. Encontrado el registro se verifica que el dato sea el correcto, porque puede suceder que se incurriera en algún error a la hora de ingresarlo en *ContCal Lechadas*, en caso contrario se tiene que tomar las medidas correspondientes para poder corregir cualquier problema en las obras.

Además estos datos son la referencia principal para elaborar los informes.

Categorías

Este botón al ser activado abre el panel de control secundario (Categorías), que consta de cuatro botones para poder ingresar datos en las tres diferentes categorías y el cuarto botón para regresar al panel de control principal.



Figura 22. Panel de Control Secundario de *ContCal Lechadas*. (Formato jpg)

La descripción de cada botón del panel de control secundario se describe a continuación.

Ver / Introducir Inspectores

Al activar este botón se abre el formulario Inspectores cuya función es ingresar los datos de un nuevo inspector (ver Figura 9), el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Introducir Tipos de Cemento

Al activar este botón se abre el formulario Tipo de Cemento (ver Figura 10) cuya función es ingresar los datos de un nuevo tipo de cemento, el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Introducir Relación A/C

Al activar este botón se abre el formulario Relación A/C (ver Figura 11) cuya función es ingresar los datos de una nueva relación agua cemento, el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Menú Principal

La función de este botón es regresar al usuario al panel de control principal.

Salir de ContCal Lechadas

Botón que cierra la aplicación *ContCal Lechadas*.

ContCal Concretos



Figura 23. Panel de control principal de *ContCal Concretos*. (Formato jpg)

ContCal Concretos fue diseñado para almacenar de una manera fácil y rápida todos los datos obtenidos del proceso de control de calidad de los concretos convencionales.

El panel de control principal contiene tres botones que dan acceso a las diferentes opciones del programa, los cuales se detallan a continuación.

Ver/Ingresar Datos de Campo

Al ser activado despliega el formulario para el ingreso de datos de campo y de laboratorio derivados del control de calidad de concretos convencionales (ver figura 24).

Figura 24. Formulario para el ingreso de datos de campo y laboratorio.

La fecha, la Obra y el Diseño de Mezcla son datos que siempre se deben registrar para cada nuevo registro, dado que el control que se tiene para el concreto convencional esta agrupado por obras y a su vez por diseño de mezcla, de ahí la importancia de ingresar estos datos, ya que si se detectara algún problema en el análisis, son la obra, el diseño de mezcla y la fecha, las referencias fundamentales para buscar en los archivos de los reportes de campo y poder verificar los datos para observar que problema pudo ocasionar la desviación de los datos, y con base en esa información tomar las decisiones pertinentes y la elaboración de los informes.

Categorías

Lleva al usuario al panel de control secundario (Categorías), que consta de ocho botones para poder ingresar datos en las siete diferentes categorías y el octavo botón regresa al usuario al panel de control principal.



Figura 25. Panel de Control Secundario de *ContCal Lechadas*. (Formato jpg)

La descripción de cada botón del panel de control secundario se describe a continuación.

Ver / Ingresar Obras

Abre el formulario Obras (ver figura 12) cuya función es ingresar los datos de un nueva obra, el procedimiento se explica en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Estructuras

Al activar este botón se abre el formulario Estructuras (ver Figura 13) cuya función es ingresar los datos de una nueva estructura, el procedimiento se detalla en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Diseño de Mezcla

Abre el formulario Diseño de Mezclas (ver Figura 14) cuya función es ingresar los datos de un nuevo diseño de mezcla, el procedimiento se explica en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipo de Agregado

Despliega el formulario para el ingreso de un nuevo Tipo de Agregado (ver Figura 15). El detalle del procedimiento se encuentra en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipo de Cemento

Al activar este botón se abre el formulario de Tipo de Cemento (ver Figura 10), el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipo de Aditivo

Abre el formulario para el ingreso de un nuevo tipo de aditivo (ver figura 9) el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Introducir Inspectores

Al activar este botón se abre el formulario Inspectores cuya función es ingresar los datos de un nuevo inspector (ver figura 1), el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Menú Principal

La función de este botón es regresar al usuario al panel de control principal.

Salir de ContCal Concretos

Cierra la aplicación ContCal Concretos.

ContCal RCC



Figura 26. Panel de control principal de *ContCal RCC*. (Formato jpg)

ContCal RCC es un sistema para el almacenamiento de información derivado del proceso de control de calidad del concreto compactado con rodillo.

El panel de control principal contiene el acceso al formulario para el ingreso de los datos de campo y de laboratorio, así como al panel de control secundario o categorías y finalmente la opción para cerrar la aplicación.

Ver/Ingresar Datos de Campo

Figura 27. Formulario para el ingreso de datos de campo y de laboratorio. (Formato jpg)

Para el control del RCC, los datos que siempre se deben ingresar son la fecha de realización del muestreo, el diseño de mezcla que se utilizó y el número de capa, con estos datos se garantiza el orden de los registros para una eventual revisión, también para el adecuado control y la elaboración de los informes.

Categorías

Lleva al usuario al panel de control secundario (Categorías), que consta de seis botones para poder ingresar datos en las cinco diferentes categorías y el sexto botón regresa al usuario al panel de control principal.

Figura 28. Panel de control secundario de ContCal RCC. (Formato jpg)

La descripción de cada botón del panel de control secundario se describe a continuación.

Ver / Ingresar Inspectores

Al activar este botón se abre el formulario Inspectores cuya función es ingresar los datos de un nuevo inspector (ver Figura 9), el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Diseño de Mezcla

Abre el formulario Diseño de Mezclas (ver Figura 14) cuya función es ingresar los datos de un nuevo diseño de mezcla, el procedimiento se explica en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipos de Aditivo

Abre el formulario para el ingreso de un nuevo tipo de aditivo (ver Figura 16) el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipo de Cemento

Al activar este botón se abre el formulario de Tipo de Cemento (ver Figura 10), el procedimiento se describe en la sección Definiciones.

Ver / Ingresar Tipo de Agregado

Despliega el formulario para el ingreso de un nuevo Tipo de Agregado (ver Figura 15). El detalle del procedimiento se encuentra en la sección Definiciones.

Menú Principal

La función de este botón es regresar al usuario al panel de control principal.

Salir de ContCal RCC

Cierra la aplicación ContCal RCC.

ContCal Agregados



Figura 29. Panel de control principal de *ContCal Agregados*. (Formato jpg)

ContCal Agregados es un poco diferente a los módulos anteriores de *ContCal*, debido a sus diferentes categorías, por lo que se explicará detalladamente cada componente.

Ver/Ingresar Datos de Campo

Para llevar un mejor control se decidió realizar un formulario para el ingreso de datos de cada una de las diferentes granulometrías, por lo que el botón Ver/Ingresar Datos de Campo lleva al

usuario a un segundo panel de control (Granulometrías), en el cual se selecciona el tipo de agregado al cual se le desean agregar datos (ver Figura 30).



Figura 30. Panel de control secundario Granulometrías. (Formato jpg)

Los diferentes formularios para cada tipo de agregado se observan en las siguientes figuras.

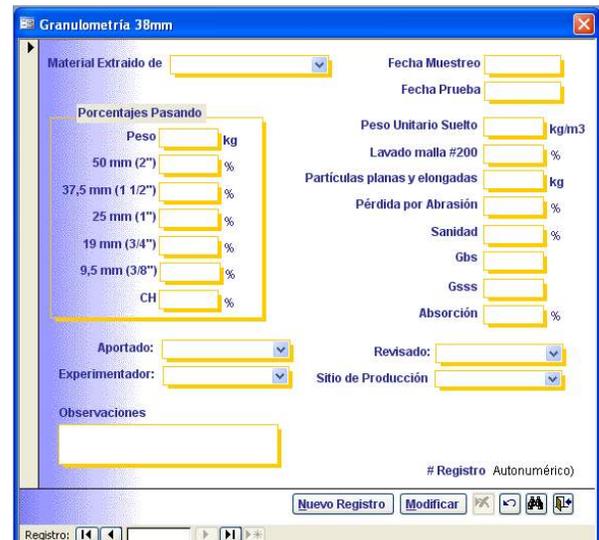


Figura 31. Formulario Granulometría 38mm, para el ingreso de datos de las características de los agregados de 38 mm.

Figura 32. Formulario Granulometría 19mm, para el ingreso de datos de las características de los agregados de 19 mm.

Figura 34. Formulario Granulometría Arena, para el ingreso de datos de las características de los agregados de tipo Arenas.

Figura 33. Formulario Granulometría 13mm, para el ingreso de datos de las características de los agregados de 13 mm.

Se debe indicar el lugar de donde fue extraído el material, la fecha del muestreo y la fecha de prueba, estos datos son los más importantes para la referencia en caso de una búsqueda en los informes de campo, para una eventual revisión de la producción de agregados y para la elaboración de informes.

Control de Calidad de Lechadas

Figura 35. Panel de control principal de Control de Calidad de Lechadas. (Formato jpg)

Control de Calidad de Lechadas consiste en el uso de una hoja electrónica de Microsoft Excel y con la realización de macros para la elaboración de la tabla resumen de los datos que fueron ingresados en *ContCal Lechadas*, además de los diferentes gráficos de control.

Esta aplicación se encuentra directamente vinculada con *ContCal Lechadas*, por lo que la información se encuentra siempre actualizada.

En el panel de control principal se encuentran dos celdas activas, donde se digitan la fecha inicial y final del período a analizar; éstas al momento de ser modificadas, los datos inmediatamente se actualizan de acuerdo al período digitado.

Posteriormente al digitar el rango de las fechas se debe activar el botón Actualizar datos, el cual realiza las operaciones de actualización de la tabla resumen y de los diferentes gráficos de control.

Una vez realizada la operación de actualización de datos se puede tener acceso a las otras hojas presentes en el libro de Excel, estas se pueden acceder desde el panel de control mediante el uso de los diferentes botones, los cuales se detallan a continuación.

Una nota importante es que en cada hoja se encuentra el botón Menú Principal, que devuelve al usuario al panel de control principal.

Datos Generales

Botón que al ser activado lleva al usuario a la hoja Principal, donde los datos que se presentan son los obtenidos de la consulta de *ContCal Lechadas*. Estos datos se encuentran divididos en dos columnas principales, Cubos y Cilindros.

Cada columna de estas se subdivide en nueve columnas, en las que se representan los siguientes datos, respectivamente.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- Código: representa el código del tipo de cemento.
- A/C: indica la relación agua cemento.
- Viscosidad: indica el valor de la viscosidad.
- Sedimentación: indica el valor de la sedimentación.
- Densidad: indica el valor de la densidad.

- 7 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 7 días del testigo.
- 28 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 28 días del testigo.
- 60 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 60 días del testigo.

Cemento I MP

Abre la hoja HOLCIM, en la que se muestran todos los datos para el tipo de cemento HOLCIM I MP, en esta hoja se agrupan los datos por tipo de relación A/C, en este caso en relaciones A/C 4:2, 4:4, 4:6 y 4:8. Cada columna de relación A/C se subdivide en tres columnas para ubicar los datos de viscosidad, sedimentación y densidad respectivamente.

Cemento Especial

Abre la hoja Especial, en la que se muestran todos los datos para el tipo de cemento Especial I MP, en esta hoja se agrupan los datos por tipo de relación A/C, en este caso en relaciones A/C 4:2, 4:4, 4:6 y 4:8. Cada columna de relación A/C se subdivide en tres columnas para ubicar los datos de viscosidad, sedimentación y densidad respectivamente.

Cilindros

Abre la hoja "ResistenciaCilindros", en la que se muestran todos los datos de resistencias a la compresión de los cilindros, en esta hoja se agrupan los datos en dos columnas principales. La primera columna se refiere a los datos clasificados dentro del Cemento Especial y la segunda columna los clasificados dentro del cemento Tipo I MP, cada columna de estas se subdivide por tipo de relación A/C, en este caso en relaciones A/C 4:2, 4:4, 4:6 y 4:8. Cada columna de relación A/C se subdivide en tres columnas para ubicar los datos de resistencias a la compresión a los 7, 28 y 60 días de edad, respectivamente.

También se presentan los factores de proyección para las resistencias, en este caso los factores de R7/R28 Y R60/R28, y adicionalmente los datos de las proyecciones de las resistencias 7/28 y 28/60.

Cubos

Abre la hoja "ResistenciasCubos", en la que se muestran todos los datos de resistencias a la compresión de los cubos, en esta hoja se agrupan los datos en dos columnas principales. La primera columna se refiere a los datos clasificados dentro del Cemento Especial y la segunda columna los clasificados dentro del cemento Tipo I MP, cada columna de estas se subdivide por tipo de relación A/C, en este caso en relaciones A/C 4:2, 4:4, 4:6 y 4:8. Cada columna de relación A/C se subdivide en tres columnas para ubicar los datos de resistencias a la compresión a los 7, 28 y 60 días de edad, respectivamente.

También se presentan los factores de proyección para las resistencias, en este caso los factores de R7/R28 Y R60/R28, y adicionalmente los datos de las proyecciones de las resistencias 7/28 y 28/60.

Resumen

Esta opción lleva al usuario a la hoja Resumen, en ella se encuentra el informe que resume todos los datos (ver Resumen de Control de Lechadas en Anexos).

Este informe presenta el comportamiento y estadística de los datos, como lo son el promedio, mínimo, máximo, desviación estándar, coeficiente de variación y número de datos para el período determinado en el panel de control principal. Estos datos estadísticos son aplicados a la información de viscosidad, sedimentación, densidad, resistencias a la compresión de los cubos y cilindros en sus respectivas edades de 7, 28 y 60 días.

Todos estos resultados agrupados por el tipo de cemento y luego por cada relación agua cemento (A/C).

Gráficos

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja Gráficos, en ésta se encuentran los gráficos de Viscosidad, Sedimentación, Densidad, tres gráficos de resistencias a la compresión para Cubos (Edad 7 días, Edad 28 y Edad 60 días) y finalmente tres gráficos de resistencias a la compresión para Cilindros (Edad 7 días, Edad 28 y Edad 60 días).

Para ver los gráficos dependiendo del tipo de cemento y el tipo de relación A/C, solo basta con seleccionar el botón con el tipo de cemento y relación A/C que se desee graficar.

Proyecciones

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja Proyecciones, en ésta se encuentran cuatro gráficos, dos de los cuales son las proyecciones de las resistencias a la compresión para Cubos (Proyección 7 días a 28 días y Proyección 28 días a 60 días), los otros dos gráficos restantes corresponden a las proyecciones de las resistencias a la compresión para Cilindros (Proyección 7 días a 28 días y Proyección 28 días a 60 días)

Para ver los gráficos dependiendo del tipo de cemento y el tipo de relación A/C, solo basta con seleccionar el botón con el tipo de cemento y relación A/C que se desee graficar.

Control de Calidad de Concretos



Figura 36. Panel de control principal de Control de Calidad de Concretos. (Formato jpg)

Control de Calidad de Concretos consiste en el uso de una hoja electrónica de Microsoft Excel y con la realización de macros para la elaboración de la tabla resumen de los datos que fueron ingresados en *ContCal Concretos*, además de los diferentes gráficos de control.

Esta aplicación se encuentra directamente vinculada con *ContCal Concretos*, por lo que la información se encuentra siempre actualizada.

En el panel de control principal se encuentran dos celdas activas, donde se digitan la fecha inicial y final del período a analizar; estas al momento de ser modificadas actualizan los datos de acuerdo al período digitado.

Posteriormente al digitar el rango de las fechas se debe activar el botón Actualizar datos, el cual realiza las operaciones de actualización de la tabla resumen y de los diferentes gráficos de control.

Una vez realizada la operación de actualización de datos se puede tener acceso a las otras hojas presentes en el libro de Excel, estas se pueden acceder desde el panel de control mediante el uso de los diferentes botones, estos se detallan a continuación.

Una nota importante es que en cada hoja se encuentra el botón Menú Principal, que devuelve al usuario al panel de control principal.

Ver Datos

Botón que al ser activado lleva al usuario a la hoja Principal, donde los datos que se presentan son los obtenidos de la consulta de *ContCal Concretos*. Estos datos se encuentran divididos en dos columnas principales, Datos generales y Datos de Resistencias.

La primera columna se subdivide en diez columnas, en las que se representan los siguientes datos, respectivamente.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- Código: representa el código de la obra.
- Código: representa el código del diseño de mezcla.
- Producción Total: indica el valor de la producción total obtenida.
- Factor de Rendimiento: indica el valor del factor de rendimiento.
- Revenimiento: indica el valor del revenimiento.

- Agua: indica el valor de la cantidad de agua.
- A/C: indica la relación agua cemento.
- VolDesechado: indica el valor del volumen de concreto desechado.
- VolColocado: indica el valor del volumen de concreto colocado.

La segunda columna se subdivide en 17 columnas, en las que se representan los siguientes datos, respectivamente.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- Código: representa el código de la obra.
- Código: representa el código del diseño de mezcla.
- A los 3 días: indica el valor de la resistencia a la a compresión para la edad de 3 días del testigo.
- A los 7 días: indica el valor de la resistencia a la a compresión para la edad de 7 días del testigo.
- A los 14 días: indica el valor de la resistencia a la a compresión para la edad de 14 días del testigo.
- A los 28 días: indica el valor de la resistencia a la a compresión para la edad de 28 días del testigo.
- A los 60 días: indica el valor de la resistencia a la a compresión para la edad de 60 días del testigo.
- R3/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 3 a 28 días.
- R7R/28: representa el valor del coeficiente de proyección de 7 a 28 días.
- R60/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 28 a 60 días.
- Proyección 3: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 3 días a los 28 días.
- Proyección 7: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 7 días a los 28 días.
- Proyección 60: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 28 días a los 60 días.
- Promedio Móvil 7: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 7 días.
- Promedio Móvil 28: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 28 días.

- Promedio Móvil 60: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 60 días.

Resumen

Esta opción lleva al usuario a la hoja Resumen, en ella se encuentra el informe que resume todos los datos (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Formato de Informe de Control de Calidad de Concretos.

Obra	
Diseño de Mezcla	
Concreto Colocado	
Concreto Desechado	
Producción Obtenida	Máx
	Mín
	Prom
Factor de Rendimiento	
Relación Concreto Desechado / Colocado	Concreto Colocado
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	3 días
	7 días
	28 días
	60 días
Revenimiento en Colocado	Máx
	Mín
	Prom
Intensidad en Muestreo (muestras/m ³)	
Relación entre Resistencias	R3/R28
	R7/R28
	R60/R28
Coeficiente de Variación	28 días
	60 días
Desviación Estándar	28 días
	60 días
Período	

Inicialmente se presenta la Obra, como elemento de agrupación, seguidamente el Diseño de Mezcla, también como elemento de agrupación.

Luego se encuentran las casillas del concreto colocado y desechado, que son calculadas como la sumatoria de todos los datos para el período determinado.

La producción obtenida se divide en tres resultados, los cuales son el valor máximo, el valor mínimo y el promedio obtenido del rango de datos en análisis.

El factor de rendimiento se calcula como el promedio de todos los datos de factor de rendimiento para el período determinado.

La relación Concreto Desechado / Concreto Colocado, es el resultado de dividir el total del concreto desechado entre el total del concreto colocado.

Las resistencias a la compresión se presentan como el promedio de todos los datos para las edades de 3, 7, 28 y 60 días respectivamente.

El resumen de los valores para el revenimiento en colocado se presenta con el valor máximo, el valor mínimo y el promedio del período en estudio.

La intensidad en muestreo es el resultado de dividir la cantidad de muestras realizados entre el volumen de concreto colocado.

Los factores de proyección (R3/R28, R7/R28, R60/R28), se presentan como el promedio de dividir la respectivas resistencias (3, 7 y 60 días) entre los valores de las resistencias a los 28 días.

Adicionalmente se calcula el coeficiente de variación y desviación estándar para los datos de las resistencias a la compresión de las edades de 28 y 60 días.

Finalmente en el informe aparece el rango de fechas para el cual se elaboró el reporte.

Gráficos

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja Gráficos, en ésta se encuentran los gráficos para los datos de resistencias a la compresión de las edades de 7, 28 y 60 días.

Para ver los gráficos correspondientes a una obra y diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda de la obra con su respectivo diseño de mezcla y activar el botón Graficar.

Proyecciones

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja Proyecciones, en ésta se encuentran los gráficos para las proyecciones de las resistencias de los 7 a 28 días, 14 a 28 días y 28 a 60 días

Para ver los gráficos correspondiente a una obra y diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda de la obra con su respectivo diseño de mezcla y activar el botón Graficar.

Promedio Móvil

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja PromedioMóvil, en ésta se encuentran los gráficos para los promedios móviles para los datos de resistencias a la compresión de las edades de 7, 28 y 60 días.

Para ver los gráficos correspondientes a una obra y diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda de la obra con su respectivo diseño de mezcla y activar el botón Graficar.

Control de Calidad del RCC



Figura 37. Panel de control principal de Control de Calidad del RCC. (Formato jpg)

Control de Calidad del RCC consiste en el uso de una hoja electrónica de Microsoft Excel y con la realización de macros para la elaboración de la tabla resumen de los datos que fueron ingresados

en *ContCal RCC*, además de los diferentes gráficos de control.

Esta aplicación se encuentra directamente vinculada con *ContCal RCC*, por lo que la información se encuentra siempre actualizada.

En el panel de control principal se encuentran cuatro celdas activas, donde se digitan la fecha inicial y final del período a analizar; además se debe digitar el rango de capas que se quiere analizar, estas celdas al momento de ser modificadas actualizan los datos de acuerdo al período de fechas y rango de capas digitado.

Posteriormente al ingreso de los parámetros anteriores se debe activar el botón Actualizar datos, el cual realiza las operaciones de actualización de la tabla resumen y de los diferentes gráficos de control.

Una vez realizada la operación de actualización de datos se puede tener acceso a las otras hojas presentes en el libro de Excel, estas se pueden acceder desde el panel de control mediante el uso de los diferentes botones, estos se detallan a continuación.

Una nota importante es que en cada hoja se encuentra el botón Menú Principal, que devuelve al usuario al panel de control principal.

Datos Generales

Botón que al ser activado lleva al usuario a la hoja Principal, donde los datos que se presentan es la información general del muestreo que se obtiene desde una consulta de *ContCal RCC*.

Los datos que se presentan en esta hoja son los siguientes.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- CódigoMezcla: representa el código del diseño de mezcla.
- #Capa: representa el número de capa donde se realizó el muestreo.
- VolumenBatida: indica el valor del volumen de la batida.
- Tiempo VeBe sin Aditivo: corresponde al valor de la consistencia VeBe de la mezcla sin aditivo.
- Tiempo VeBe con Aditivo: corresponde al valor de la consistencia VeBe de la mezcla con aditivo.

- RelaciónACsin: valor de la relación agua cemento (A/C) de la mezcla sin aditivo.
- RelaciónACcon: valor de la relación agua cemento (A/C) de la mezcla con aditivo.
- Densidad VeBe: valor de la densidad VeBe.
- ProdTotal: representa el valor de la producción total.
- FacRend: indica el valor del factor de rendimiento.
- Agua: cantidad de agua de la mezcla.
- AC: indica la relación agua cemento.
- VolDesechado: indica el valor del volumen de concreto desechado.
- VolColocado: indica el valor del volumen de concreto colocado.

- A los 360 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 360 días del testigo.
- Densidad: valor de la densidad del cilindro de prueba.
- R3/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 3 a 28 días.
- R7R/28: representa el valor del coeficiente de proyección de 7 a 28 días.
- R60/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 28 a 60 días.
- R90/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 28 a 90 días.
- Proyección 7-28: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 7 días proyectada a los 28 días.
- Proyección 28-60: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 28 días proyectada a los 60 días.
- Proyección 28-90: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 28 días proyectada a los 90 días.
- Promedio Móvil 28: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 28 días.
- Promedio Móvil 60: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 60 días.
- Promedio Móvil 90: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 90 días.

Compresión

Abre la hoja Compresión, en la que se muestran todos los datos de resistencias a la compresión, Los datos se presentan en columnas con la siguiente secuencia.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- CódigoMezcla: representa el código del diseño de mezcla.
- #Capa: representa el número de capa donde se realizó el muestreo.
- A los 7 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 7 días del testigo.
- A los 14 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 14 días del testigo.
- A los 28 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 28 días del testigo.
- A los 60 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 60 días del testigo.
- A los 90 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 90 días del testigo.
- A los 120 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 120 días del testigo.
- A los 240 días: indica el valor de la resistencia a la compresión para la edad de 240 días del testigo.

Tensión

Abre la hoja Tensión, en la que se muestran todos los datos de resistencias a la tensión, Los datos se presentan en columnas con la siguiente secuencia.

- Fecha: corresponde a la fecha de muestreo.
- CódigoMezcla: representa el código del diseño de mezcla.
- #Capa: representa el número de capa donde se realizó el muestreo.
- A los 28 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 28 días del testigo.
- A los 60 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 60 días del testigo.

- A los 90 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 90 días del testigo.
- A los 120 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 120 días del testigo.
- A los 240 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 240 días del testigo.
- A los 360 días: indica el valor de la resistencia a la tensión para la edad de 360 días del testigo.
- Densidad: valor de la densidad del cilindro de prueba.
- R60/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 28 a 60 días.
- R90/R28: representa el valor del coeficiente de proyección de 28 a 90 días.
- Proyección 28-60: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 28 días proyectada a los 60 días.
- Proyección 28-90: indica el valor de la proyección de la resistencia a los 28 días proyectada a los 90 días.
- Promedio Móvil 28: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 28 días.
- Promedio Móvil 60: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 60 días.
- Promedio Móvil 90: indica el valor del promedio móvil de las resistencias a los 90 días.

Resumen

Esta opción lleva al usuario a la hoja Resumen, en ella se encuentra el informe que resume todos los datos (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Formato de Informe de Control de Calidad del RCC.

Diseño de Mezcla	
Concreto Colocado	
Concreto Desechado	
Producción Obtenida	Máx
	Mín
	Prom
Factor de Rendimiento	
Relación Concreto Desechado /Concreto Colocado	
Densidad VeBe	Máx
	Mín
	Prom
Tiempo VeBe sin Aditivo	Máx
	Mín
	Prom
Tiempo VeBe con Aditivo	Máx
	Mín
	Prom
Intensidad de Muestreo (muestras/m3)	
Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	7 días
	28 días
	60 días
	90 días
Relación entre Resistencias a la Compresión	R7/R28
	R60/R28
Coeficiente de Variación	28 días
	60 días
Desviación Estándar	28 días
	60 días
Resistencia a la Tensión (kg/cm2)	28 días
	60 días
	90 días
Relación entre Resistencias	R90/R28
Coeficiente de Variación	28 días
	90 días
Desviación Estándar	28 días
	60 días
Período	

Inicialmente se presenta el Diseño de Mezcla, como elemento de agrupación.

Luego se encuentran las casillas del concreto colocado y desechado, que son calculadas como la sumatoria de dichos datos para el período determinado.

La producción obtenida se divide en tres resultados, los cuales son el valor máximo, el valor mínimo y el promedio obtenido del rango de datos en análisis.

El factor de rendimiento se calcula como el promedio de todos los datos de factor de rendimiento para el período determinado.

La relación Concreto Desechado / Concreto Colocado, es el resultado de dividir el total de concreto desechado entre el total de concreto colocado.

La densidad VeBe se divide en tres resultados, los cuales son el valor máximo, el valor mínimo y el promedio obtenido del rango de datos en análisis.

El tiempo VeBe sin Aditivo se divide en tres resultados, los cuales son el valor máximo, el valor mínimo y el promedio obtenido del rango de datos en análisis.

El tiempo VeBe con Aditivo se divide en tres resultados, los cuales son el valor máximo, el valor mínimo y el promedio obtenido del rango de datos en análisis.

La intensidad de muestreo es el resultado de dividir la cantidad de muestras realizadas entre el volumen de concreto colocado.

Las resistencias a la compresión se presentan como el promedio de todos los datos para las edades de 3, 7, 28, 60 y 90 días respectivamente.

Los factores de proyección (R7/R28, R60/R28), se presentan como el promedio de dividir la respectivas resistencias (7 y 60 días) entre los valores de las resistencias a los 28 días.

Adicionalmente se calcula el coeficiente de variación y desviación estándar para los datos de las resistencias a la compresión de las edades de 28 y 60 días.

Las resistencias a la tensión se presentan como el promedio de todos los datos para las edades de 28, 60 y 90 días respectivamente.

El factor de proyección (R90/R28), se presenta como el promedio de la relación resistencia a la tensión a los 90 días entre la de los 28 días.

Posteriormente se calcula el coeficiente de variación y desviación estándar para los datos de las resistencias a la tensión de las edades de 28 y 60 días.

Finalmente en el informe aparece el rango de fchas para el cual se elaboró el reporte.

Gráficos

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja Gráficos, en ésta se encuentran los gráficos para los datos de Densidad VeBe, Tiempo VeBe sin Aditivo y Tiempo VeBe con aditivo.

Para ver los gráficos correspondientes a un diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda con el diseño de mezcla que se desea graficar y luego se activa el botón Graficar.

Gráficos Compresión

Desplaza al usuario a la hoja GráficosCompresión, en ésta se encuentran los gráficos para las resistencias a la compresión para las edades de 28, 60 y 90 días respectivamente.

Para ver los gráficos correspondientes a un diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda con el diseño de mezcla que se desea graficar y luego se activa el botón Graficar.

Gráficos Tensión

Desplaza al usuario a la hoja GráficosTensión, en ésta se encuentran los gráficos para las resistencias a la tensión para las edades de 28, 60 y 90 días respectivamente.

Para ver los gráficos correspondientes a un diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda con el diseño de mezcla que se desea graficar y luego se activa el botón Graficar.

Proyecciones Tensión

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja ProyTensión, en ésta se encuentran los gráficos para las proyecciones de las resistencias a la tensión (Proyección 7 días a 28 días, Proyección 28 días a 60 días, Proyección 28 días a 90 días)

Para ver los gráficos correspondientes a un diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda con el diseño de mezcla a

graficar, y posteriormente activar el botón Graficar.

Proyecciones Compresión

Al elegir este botón, el usuario se desplaza a la hoja *ProyCompresión*, en ésta se encuentran los gráficos para las proyecciones de las resistencias a la compresión (Proyección 7 días a 28 días, Proyección 28 días a 60 días, Proyección 28 días a 90 días)

Para ver los gráficos correspondientes a un diseño de mezcla en particular, se debe seleccionar la celda con el diseño de mezcla a graficar, y posteriormente activar el botón Graficar.

celdas al momento de ser modificadas actualizan los datos de acuerdo al período de fechas indicado.

Posteriormente al ingreso de los parámetros anteriores se debe activar el botón *Actualizar datos*, el cual realiza las operaciones de actualización de la tabla resumen y de los diferentes gráficos de control.

Una vez realizada la operación de actualización de datos se puede tener acceso a las otras hojas presentes en el libro de Excel, estas se pueden acceder desde el panel de control mediante el uso de los diferentes botones, estos se detallan a continuación.

Control de Calidad de Agregados



Figura 38. Panel de control principal de *Control de Calidad de Agregados*.

Control de Calidad de Agregados consiste en el uso de una hoja electrónica de Microsoft Excel, que mediante la utilización de macros permite desplegar la tabla resumen de los datos que fueron ingresados en *ContCal Agregados*, además de los diferentes gráficos de control.

Esta aplicación se encuentra directamente vinculada con *ContCal Agregados*, por lo que la información se encuentra siempre actualizada.

En el panel de control principal se encuentran dos celdas activas, donde se digitan la fecha inicial y final del período a analizar, estas

38 mm

Abre la hoja 38 mm, en donde aparecen todos los datos de control para los agregados de 38 mm.

La información se distribuye en columnas con el siguiente orden.

- Fecha Muestreo: corresponde a la fecha de muestreo.
- Fecha Prueba: corresponde a la fecha de realización de la prueba.
- SitioProd: indica el nombre del sitio de producción.
- Material Extraído de: representa el nombre del lugar de extracción del agregado.
- Aportado: nombre de la persona que aportó la muestra.
- Experimentador: nombre de la persona que realizó las pruebas de laboratorio.
- Revisado: nombre del encargado de revisar los datos obtenidos del laboratorio.
- Peso: valor del peso inicial de la muestra.
- %Pas50: valor del porcentaje pasando por la malla 50 mm.
- %Pas37: valor del porcentaje pasando por la malla 37.5 mm.
- %Pas25: valor del porcentaje pasando por la malla 25 mm.
- %Pas19: valor del porcentaje pasando por la malla 19 mm.
- %Pas9: valor del porcentaje pasando por la malla 9.5 mm.
- Peso Unitario Suelto: valor del peso unitario suelto.
- Lavado malla #200: valor del porcentaje pasando la malla # 200.
- Partículas planas-elongadas: cantidad de partículas planas y elongadas.
- Pérdida Abrasión: valor de la cantidad de pérdida por abrasión.
- Sanidad: valor de la sanidad del agregado
- Gb: valor de la gravedad específica bruta.
- Gsss: valor de la gravedad específica saturada superficie seca.
- Absorción: valor de la absorción del agregado.
- Observaciones: se refiere a las observaciones realizadas en el muestreo.

19 mm

Abre la hoja 19 mm, en donde aparecen todos los datos de control para los agregados de 19 mm.

La información se distribuye en columnas con el siguiente orden.

- Fecha Muestreo: corresponde a la fecha de muestreo.
- Fecha Prueba: corresponde a la fecha de realización de la prueba.
- SitioProd: indica el nombre del sitio de producción.
- Material Extraído de: representa el nombre del lugar de extracción del agregado.
- Aportado: nombre de la persona que aportó la muestra.
- Experimentador: nombre de la persona que realizó las pruebas de laboratorio.
- Revisado: nombre del encargado de revisar los datos obtenidos del laboratorio.
- Peso: valor del peso inicial de la muestra.
- %Pas25: valor del porcentaje pasando por la malla 25 mm.
- %Pas19: valor del porcentaje pasando por la malla 19 mm.
- %Pas9: valor del porcentaje pasando por la malla 9.5 mm.
- %Pas4: valor del porcentaje pasando por la malla 4.75 mm.
- %Pas2: valor del porcentaje pasando por la malla 2.36 mm.
- Peso Unitario Suelto: valor del peso unitario suelto.
- Lavado malla #200: valor del porcentaje pasando la malla # 200.
- Partículas planas-elongadas: cantidad de partículas planas y elongadas.
- Pérdida Abrasión: valor de la cantidad de pérdida por abrasión.
- Sanidad: valor de la sanidad del agregado
- Gb: valor de la gravedad específica bruta.
- Gsss: valor de la gravedad específica saturada superficie seca.
- Absorción: valor de la absorción del agregado.
- Observaciones: se refiere a las observaciones realizadas en el muestreo.

13 mm

Abre la hoja 13 mm, en donde aparece toda la información necesaria para el control para los agregados de 13 mm.

La información se distribuye en columnas con el siguiente orden.

- Fecha Muestreo: corresponde a la fecha de muestreo.
- Fecha Prueba: corresponde a la fecha de realización de la prueba.
- SitioProd: indica el nombre del sitio de producción.
- Material Extraído de: representa el nombre del lugar de extracción del agregado.
- Aportado: nombre de la persona que aportó la muestra.
- Experimentador: nombre de la persona que realizó las pruebas de laboratorio.
- Revisado: nombre del encargado de revisar los datos obtenidos del laboratorio.
- Peso: valor del peso inicial de la muestra.
- %Pas19: valor del porcentaje pasando por la malla 19 mm.
- %Pas12: valor del porcentaje pasando por la malla 12.5 mm.
- %Pas9: valor del porcentaje pasando por la malla 9.5 mm.
- %Pas4: valor del porcentaje pasando por la malla 4.75 mm.
- %Pas2: valor del porcentaje pasando por la malla 2.36 mm.
- Peso Unitario Suelto: valor del peso unitario suelto.
- Lavado malla #200: valor del porcentaje pasando la malla # 200.
- Partículas planas-elongadas: cantidad de partículas planas y elongadas.
- Pérdida Abrasión: valor de la cantidad de pérdida por abrasión.
- Sanidad: valor de la sanidad del agregado
- Gb: valor de la gravedad específica bruta.
- Gsss: valor de la gravedad específica saturada superficie seca.
- Absorción: valor de la absorción del agregado.
- Observaciones: se refiere a las observaciones realizadas en el muestreo.

Arena

Abre la hoja Arena, en donde aparece toda la información necesaria para el control del agregado Arena.

La información se distribuye en columnas con el siguiente orden.

- Fecha Muestreo: corresponde a la fecha de muestreo.
- Fecha Prueba: corresponde a la fecha de realización de la prueba.
- SitioProd: indica el nombre del sitio de producción.
- Material Extraído de: representa el nombre del lugar de extracción del agregado.
- Aportado: nombre de la persona que aportó la muestra.
- Experimentador: nombre de la persona que realizó las pruebas de laboratorio.
- Revisado: nombre del encargado de revisar los datos obtenidos del laboratorio.
- Peso: valor del peso inicial de la muestra.
- %Pas9: valor del porcentaje pasando por la malla 9.5 mm.
- %Pas4: valor del porcentaje pasando por la malla 4.75 mm.
- %Pas2: valor del porcentaje pasando por la malla 2.36 mm.
- %Pas1: valor del porcentaje pasando por la malla 1.18 mm.
- %Pas600: valor del porcentaje pasando por la malla 600 μm .
- %Pas300: valor del porcentaje pasando por la malla 300 μm .
- %Pas150: valor del porcentaje pasando por la malla 150 μm .
- Peso Unitario Suelto: valor del peso unitario suelto.
- Lavado malla #200: valor del porcentaje pasando la malla # 200.
- Partículas planas-elongadas: cantidad de partículas planas y elongadas.
- Pérdida Abrasión: valor de la cantidad de pérdida por abrasión.
- Sanidad: valor de la sanidad del agregado
- Gb: valor de la gravedad específica bruta.
- Gsss: valor de la gravedad específica saturada superficie seca.
- Absorción: valor de la absorción del agregado.

- Observaciones: se refiere a las observaciones realizadas en el muestreo.

Resumen

Desplaza al usuario a la hoja Resumen, donde se presentan los cuadros resumen para cada tipo de agregado en el período determinado.

En estas tablas se reportan los valores máximo, mínimo y promedio de cada malla, adicionalmente aparece una tabla resumen para los datos de gravedad específica saturada superficie seca, gravedad específica bruta, absorción, peso unitario, porcentaje pasando la malla # 200 y el módulo de finura.

Gráficos Resumen

Desplaza al usuario a la hoja Graf Mallas Rep, en ésta se encuentran los gráficos para las mallas más representativas para cada tipo de agregado.

Gráficos Promedios

Desplaza al usuario a la hoja Gráficos Prom, en ésta se encuentran los gráficos para los datos promedios para cada tipo de agregado, en donde se grafican los promedios para cada tipo de malla comparándolos contra las especificaciones.

Especificaciones

Desplaza al usuario a la hoja Especificaciones, en ésta se encuentran las especificaciones que deben cumplir cada tipo de agregado según la norma ASTM C 33.

Recomendaciones para el uso de los programas

1. El acceso debe ser restringido para el personal del departamento de control de calidad.
2. Los usuarios del sistema deben estar previamente capacitados en el uso de los sistemas y deben conocer el proceso del control de calidad de las diferentes actividades de las obras civiles.
3. Es indispensable que para todo nuevo registro se ingrese la información mínima requerida.
4. En cualquier momento los programas pueden ser mejorados o modificados por una persona capacitada.
5. Debe existir una persona capacitada en diseños físicos de base de datos que brinde soporte continuo al sistema. Particularmente en Access y Excel avanzado.

Conclusiones

Las conclusiones obtenidas mediante el desarrollo del presente trabajo son las siguientes:

1. *ContCal Lechadas*, es una base de datos que permite de manera integral y unificada el manejo de la información derivada del proceso del control de calidad de lechadas de inyección.
2. *ContCal Concretos*, es una base de datos que permite de manera integral y unificada el manejo de la información derivada del proceso del control de calidad de concretos convencional.
3. *ContCal RCC*, es una base de datos que permite de manera integral y unificada el manejo de la información derivada del proceso del control de calidad de concretos compactado con rodillo.
4. *ContCal Agregados*, es una base de datos que permite de manera integral y unificada el manejo de la información derivada del proceso del control de calidad de la producción de agregados.
5. *Control de Calidad de Lechadas*, es una aplicación en Excel cuya función es la elaboración de resúmenes y gráficos de control de lechadas.
6. *Control de Calidad de Concretos*, es una aplicación en Excel cuya función es la elaboración de resúmenes y gráficos de control de concretos convencionales.
7. *Control de Calidad del RCC*, es una aplicación en Excel cuya función es la elaboración de resúmenes y gráficos de control de concretos compactados con rodillo.
8. *Control de Calidad de Agregados*, es una aplicación en Excel cuya función es la elaboración de resúmenes y gráficos de control de producción de agregados.
9. Los resultados de los reportes ayudan a la toma de decisiones de forma inmediata y confiable.
10. Los gráficos de control permiten visualizar el comportamiento grupal de los datos.
11. Con relación al diseño y modelo de control de costos reales y considerando las limitaciones que se han tenido, al no ser el autor del trabajo experto en programación, y además, utilizando una plataforma muy limitada, se logró desarrollar un programa de bajo costo, de fácil operación, al alcance de cualquier tipo de persona con capacitación acerca del software, este podría irse extendiendo conforme a las necesidades propias, agregando a éste módulos que puedan controlar otro tipo de eventos relacionados con el Control de Calidad de Obras Civiles.

Apéndices

- Informe prediseñado obtenido de *Control de Calidad de Lechadas*.
- Informe prediseñado obtenido de *Control de Calidad de Concretos*.
- Informe prediseñado obtenido de *Control de Calidad de Agregados*.

Anexos

Se presentan a continuación los formatos de cada uno de los formularios utilizados en la recolección de información derivada del control de calidad de los procesos analizados en este trabajo.

Referencias

- Kosmatka, S. 2004. **DISEÑO Y CONTROL DE MESCLAS DE CONCRETO.** México: Editorial PSA. 456 p.
- Cox, J. 1997. **CURSO RÁPIDO DE MICROSOFT ACCESS97.** Colombia: Editorial Norma S.A. 207 p.
- Holvorson, M. 1999. **GUIA COMPLETA DE MICROSOFT OFFICE 2000 PREMIUM.** España: Editorial Mc Graw – Hill / Interamericana de España S.A. 1274 p.
- Callahan, E. 1997. **MICROSOFT ACCESS/VISUAL BASIC PASO A PASO.** España: Editorial Mc Graw – Hill / Interamericana de España S.A. 356 p.
- Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. 2002. **ESTADO DEL ARTE DE LAS PRESAS DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO.** España: Editorial Gráficas Rita. 221 p.
- Jacobson, R. 2001. **PROGRAMACIÓN CON MICROSOFT EXCEL 2000, MACROS Y VISUAL BASIC PARA APLICACIONES.** España: Editorial Mc Graw – Hill / Interamericana de España S.A. 380 p.
- American Concrete Institute. 1985. **MANUEL DE INSPECCION DEL HORMIGÓN ACI.** Colombia: Editor Jorge Plazas. 468 p.
- Portocarrero, A. 2002. **DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN DE COSTOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.** Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 117 p.
- Coghi, C. 2002. **DISEÑO DE UN MODELO PARA EL CONTROL DE COSTOS DE UNA CONSTRUCCIÓN.** Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 26 p.