

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE  
INGENIERA CIVIL PARA EL CONTROL DE PRESUPUESTO Y  
PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

**ERIKA TATIANA CALDERÓN ALMEIDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS  
INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2014**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE  
INGENIERA CIVIL PARA EL CONTROL DE PRESUPUESTO Y  
PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

**ERIKA TATIANA CALDERÓN ALMEIDA**

**Trabajo de Grado presentado como Requisito parcial  
Para optar por el Título de  
INGENIERA CIVIL**

**Director**

**ÁLVARO VIVIESCAS JAIMES**

**Ingeniero civil, Ph. D, Profesor UIS**

**Tutor**

**JUAN FELIPE DUQUE**

**Ingeniero civil, Analista Ejecución de Proyectos en ISAGEN.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS  
INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios todopoderoso, a mi familia en especial a mi madre Felsomina Almeida, a mis hermanos y a todos los compañeros y amigos que estuvieron en esta etapa tan importante de mi vida.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	13
1.1 MISIÓN	13
1.2 VISIÓN	13
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	14
3. CURVAS	15
3.1 PROPÓSITO E IMPORTANCIA DE LA CURVA DE RECURSOS	15
4. GESTION DEL VALOR GANADO	16
4.1 PRACTICAS CLAVES PARA EL ÉXITO DEL VALOR GANADO	16
4.2 DEFINICIONES BÁSICAS	17
4.3 MÉTRICAS DERIVAS	17
4.4 MÉTRICAS DE DESEMPEÑO	18
5. PROGRAMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO	19
5.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL HORMIGONADO DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL	20
5.2 TRATAMIENTO GENERAL DEL HORMIGÓN	24
6. CONTROL Y SEGUIMIENTO	26
7. RESULTADOS	29
8. CONCLUSIONES	30
9. AGRADECIMIENTOS	31
REFERENCIAS	32
ANEXOS	33

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Centrales de generación	13
Figura 2. Avance plurianual Sogamoso	16
Figura 3. Análisis de Valor Ganado Proyecto Sogamoso	19
Figura 4. Fases del hormigonado de la estructura de control	20
Figura 5. Instalación de formaleta en madera para vaciado de primer tramo de la estructura de contro	21
Figura 6. Perno hembra (She-bolt) y platina	21
Figura 7. Centralina	22
Figura 8. Camiones mixer	23
Figura 9. Bombas utilizadas en el vaciado	23
Figura 10. Encofrados para las guías de las compuertas radiales	24
Figura 11. Tratamiento general del hormigón	24
Figura 12. Control y seguimiento	26
Figura 13. Avance de la estructura de control del mes de Julio	27
Figura 14. Avance de la estructura de control del mes de Octubre	27
Figura 15. Avance en la ejecución de los concretos de las pilas de la estructura de control	29
Figura 16. Avance en la ejecución de los aceros de la estructura de control	29

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Rendimientos presentados en el tramo1 de los concretos de las pilas de la estructura de control	28
Tabla 2. Rendimientos presentados en el tramo 2 de los concretos de las pilas de la estructura de control	28
Tabla 3. Rendimientos presentados en el tramo 3 de los concretos de las pilas de la estructura de control	28

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO PILA 2. FUENTE EL AUTOR	34
ANEXO B. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL AVANCE DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DURANTE EL PERIODO EN PRÁCTICA	35
ANEXO C. INFORME DIARIO DE AVANCE DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL OCTUBRE DE 2013, FUENTE INTEGRAL VQ	37
ANEXO D. AVANCE DIARIO DEL REFUERZO DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL, FUENTE INTEGRAL VQ	39
ANEXO E. AVANCE DE LOS DIARIO DE LOS CONCRETOS DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL, FUENTE INTEGRAL VQ.	42

## RESUMEN

**Título:** PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE INGENIERA CIVIL PARA EL CONTROL DE PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO<sup>\*</sup>

**Autor:** ERIKA TATIANA CALDERÓN ALMEIDA<sup>†</sup>

**Palabras Claves:** Curva S, Valor Ganado, proceso constructivo, avance de obra.

### Resumen

Durante la construcción de un proyecto es necesario llevar un seguimiento de la ejecución de la obra con el fin de conocer si está ejecutándose de acuerdo con lo programado; este artículo describe las actividades realizadas en la práctica empresarial donde se trabajó en el control del avance de obra durante la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso el cual es realizado mediante la utilización de la herramienta de control basada en la curva S que sirve de base para aplicar la metodología de gestión de valor ganado; además muestra el seguimiento realizado en obra necesario para soportar la elaboración de esta. Entre los diferentes frentes de obra que componen el proyecto se encuentra en ejecución el vertedero ubicado en el estribo izquierdo de la presa el cual fue diseñado para evacuar la creciente máxima probable del río Sogamoso, garantizando la estabilidad de la presa, el seguimiento del avance toma especial relevancia en este frente por ser uno de los más importantes, dadas sus dimensiones y la función que desempeña en la puesta en operación de la Central Hidroeléctrica, razón por la cual es necesario revisar aspectos como los avances de obra mediante el seguimiento de los cronogramas presentados por el Contratista, rendimientos, proceso constructivo basado en las especificaciones técnicas, temas en los cuales se desarrolló el siguiente artículo

---

<sup>\*</sup>Proyecto de grado

<sup>†</sup>Facultad Físico – Mecánicas .Escuela de Ingeniería Civil. Director Álvaro Viviescas Jaimes. Tutor Juan Felipe Duque Marulanda

## ABSTRACT

**Title:** BUSINESS PRACTICE IN ISAGEN S.A. E.S.P AS CIVIL ENGINEER AUXILIARY FOR BUDGET CONTROL AND PROYECTO HIDROELECTRICO SOGAMOSO PROGRAMMING‡.

**Author:** ERIKA TATIANA CALDERÓN ALMEIDA§

**KEY WORDS:** Curve S, Earned Valued, construction process, construction progress.

## ABSTRACT

A basic activity while developing a project is to follow the execution of the work, in order to keep up with the schedule. This article describes the activities done during the execution of the advance control work of the Proyecto Hidroelectrico Sogamoso ; which is reached by implementing a control tool, it uses the S curve methodology for applying the earned value management, also it shows the tracing done during the work necessary for supporting its own development. Among the various fronts that compose the project, actually is in execution the dump located in the left stirrup of the dam; it was designed for evacuating probable increasing level of the Sogamoso River, ensuring the dam stability. The advance tracing is especially important for being one of the most significant, for its dimensions and the role it plays on the operation run of the hydroelectric plant, for this reason is necessary to review some details as the work progress by the schedule tracing presented by the contractor, performance, development advance based on the technical specs; topics on which this article was developed.

---

‡Proyecto de grado

§Facultad Físico – Mecánicas .Escuela de Ingeniería Civil. Director Álvaro Viviescas Jaimes. Tutor Juan Felipe Duque Marulanda

# **PRÁCTICA EMPRESARIAL EN ISAGEN S.A. E.S.P COMO AUXILIAR DE INGENIERA CIVIL PARA EL CONTROL DE PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO**

## **INTRODUCCIÓN**

La ejecución de la práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, se constituye en un entorno propicio para el desarrollo de las actividades relacionadas con la ingeniería civil y que tienen en este caso en particular un impacto directo sobre el proyecto. Una de ellas es el control de avance de obra realizado en Ms Project que junto con la elaboración de la curva S son elementos que permiten obtener un reporte de la ejecución de los distintos frentes de trabajo.

La labor de seguimiento de las obras incluye en sí misma varios aspectos tales como: Visitas a los diferentes frentes de trabajo y sus respectivos registros fotográficos, con el fin de obtener información actualizada que sirve de apoyo en la elaboración de los informes mensuales, los cuales

reportan los avances de los análisis realizados y los resultados obtenidos. Comparando la información de avance de las obras y sus costos, con el cronograma establecido y el presupuesto estimado, se implementa el uso del concepto del Valor Ganado, el cual permite conocer de manera precisa el estado real del Proyecto y así garantizar la toma acertada de decisiones.

ISAGEN debe garantizar que la ejecución del Proyecto se concluya dentro de los plazos y costos establecidos, por tal motivo se hace necesario realizar un control estricto sobre los costos en los que se va incurriendo para la construcción. Dicho control se realiza analizando los datos reales de ejecución obtenidos a través de SAP, que es el software de gestión empresarial (ERP) utilizado por ISAGEN.

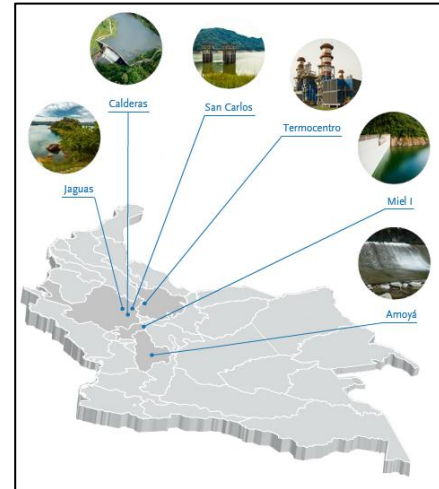
## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

ISAGEN S.A E.S.P es una empresa colombiana de servicios públicos mixta dedicada a la generación y comercialización de energía, posicionada como el tercer generador del país, esta compañía opera seis centrales de generación de energía ubicadas en los departamentos de Antioquia, Tolima, Santander y Caldas, con una capacidad instalada total de 2.212 megavatios (MW) distribuidos en 1.912 MW generados mediante potencia hidráulica en las centrales de Calderas, Jaguas, San Carlos, Miel I, Amoyá y 300 MW de generación térmica que corresponde a la central de Termocentro. Ver figura 1.

ISAGEN tiene una estrategia orientada a la expansión de su infraestructura, por lo cual aumentará su capacidad instalada en 820MW una vez termine la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, alcanzando una capacidad total

instalada de 3032 MW en 2014 para el servicio de sus clientes

Figura 1. Centrales de generación



Fuente: Autores del proyecto

### 1.1 MISIÓN

ISAGEN desarrolla la capacidad de generación, produce y comercializa energía con el propósito de satisfacer las necesidades de sus clientes y crear valor empresarial. La gestión se desarrolla con ética, enfoque al cliente, sentido económico y responsabilidad social y ambiental.

### 1.2 VISIÓN

ISAGEN es líder en generación y transacciones de energía en tiempo

real en Colombia, es el aliado de la productividad de los clientes y es reconocido por sus negocios de energía en mercados internacionales. El desarrollo integral de los trabajadores y la responsabilidad empresarial son la base de la creación conjunta de valor para los accionistas y la sociedad.

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL**

El Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, se localiza en el Departamento de Santander, en el nororiente de Colombia; consiste en la utilización de las aguas del Río Sogamoso para la generación de energía eléctrica, mediante la construcción de una presa de gravas con cara de concreto (CFRD), se encuentra en etapa de construcción desde febrero de 2009. Aparte de la presa, las principales obras que componen el proyecto son: Las vías para acceder a los frentes de obra, incluyendo un puente provisional sobre el río Sogamoso; el sistema de desvío, conformado por dos túneles que permiten tener disponible la zona del cauce del río

donde se construye la presa; el vertedero para control de crecientes durante operación; la bocatoma, que es la estructura a través de la cual se toma el agua del embalse; el sistema de carga, conformado por tres conductos y un sistema de compuertas; la central subterránea y sus túneles de acceso, conformada por las cavernas de transformadores, máquinas y oscilación; el túnel de descarga, que devuelve las aguas al Río Sogamoso después de su utilización en la generación de energía; un sistema de descarga de fondo, que sirve para garantizar el caudal ecológico aguas abajo de la presa durante el llenado del embalse y las tres unidades de generación con todos los equipos eléctricos y mecánicos que permiten la operación de la central y la generación de la energía eléctrica.

Para ISAGEN es necesario conocer los avances y rendimientos reales de las obras que componen el Proyecto. Para esto se utiliza la información suministrada por medio de los informes diarios de actividades y

recursos de los diferentes frentes de obra elaborados por la interventoría del proyecto, la cual es analizada con el fin de optimizar la planeación mediante mecanismos como la elaboración y seguimiento de programas detallados de obra.

Dentro de los frentes analizados se destaca la construcción de la estructura de control del vertedero, en donde se realizó seguimiento al hormigonado de las pilas en concreto, siendo necesaria la realización de visitas al frente con el fin de llevar un control a la ejecución de la obra. El hormigonado se realizó en una altura de 44 metros, desde la cota 286 hasta la cota 330 msnm, una vez se tenía vaciado el azud de la estructura de control.

El vertedero es construido por el contratista ICT II y la interventoría está a cargo de la firma Consorcio Integral VQ

### **3. CURVAS**

La curva S es una herramienta que sirve de guía para la gestión del uso de los recursos en forma acumulativa, la curva permite mantener un nivel de confianza y seguridad en el proceso de ejecución y seguimiento del proyecto y notar cualquier uso indebido que permita evitar cualquier riesgo relacionado con el uso inadecuado de los recursos. Para generar esta curva, se toma la fecha de culminación de cada actividad y se grafica versus el peso acumulado de cada una.

#### **3.1 PROPÓSITO E IMPORTANCIA DE LA CURVA DE RECURSOS**

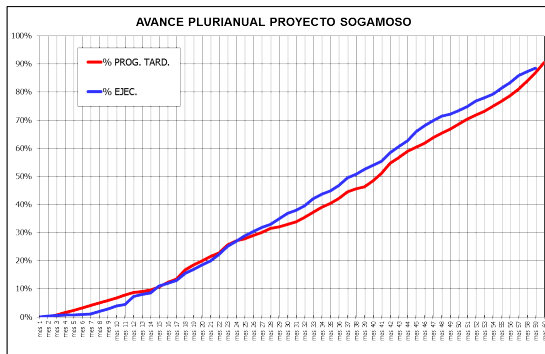
Permite comparar el avance real contra lo que se ha planificado, con el fin de establecer las desviaciones que se van presentando en el proyecto y poder tomar acciones correctivas.

La importancia de utilizar una curva de recursos radica en que el proyecto se beneficia al tener información de fácil acceso que sirve para lograr un

buen monitoreo del uso de los recursos y que al realizarlo este cumpla con los requerimientos.

A continuación se muestra la curva S de avance plurianual del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Ver figura 2.

Figura 2. Avance plurianual Sogamoso



Fuente: Autores del proyecto

#### 4. GESTION DEL VALOR GANADO

Es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su programación.

Compara la cantidad de trabajo planeado contra lo que realmente se

ha terminado para determinar si el costo, el cronograma y el trabajo realizado están bajo control de acuerdo a lo planeado.

- El término “Valor Ganado” viene de la idea que cada actividad de un proyecto tiene un costo planeado, su “valor”. Cuando la actividad se termina el “valor” se “gana” para el proyecto.

- La utilidad básica del Valor Ganado es administrar los riesgos de los costos asociados a los proyectos.

- Entre más rápido se dé usted cuenta que tiene un problema, existen más posibilidades de actuar y mitigarlo.

#### 4.1 PRACTICAS CLAVES PARA EL ÉXITO DEL VALOR GANADO

- Identificar cada actividad del proyecto.

- Desarrollar un cronograma para terminación de cada actividad.

- Asignar un valor a cada actividad.

## 4.2 DEFINICIONES BÁSICAS

### **Valor Planeado PV o BCWS (PlannedValue)**

Indica el monto presupuestado de todo lo que teníamos planificado haber hecho. Su valor es la sumatoria de las cantidades planeadas por los costos estimados en el presupuesto.

### **Costo Real AC o ACWP (Actual Cost)**

Indica cuanto nos ha costado hasta ahora el trabajo que hemos hecho hasta la fecha. Su valor es la sumatoria de todas las cantidades ya instaladas por su costo de adquisición.

### **Valor Ganado EV o BCWP (EarnedValue)**

Representa el monto presupuestado del trabajo efectivamente realizado. Éste proviene de la medición física de

lo que ya hemos hecho. Su valor es la suma de las cantidades instaladas por los costos estimados en el presupuesto.

### **Presupuesto a la terminación (BAC)**

Es la suma de todos los presupuestos asignados a un proyecto.

### **Fecha de estado**

Es el punto en el tiempo utilizado para el análisis.

## 4.3 MÉTRICAS DERIVAS

### **Variación de programación (SV): EV-PV**

Es una comparación entre la cantidad de trabajo realizado durante un periodo de tiempo dado y lo que se había programado para ser ejecutado. Una variación negativa significa que el proyecto está atrasado en el cronograma.

### **Variación de costos (CV): EV-AC**

Es una comparación entre el costo presupuestado del trabajo realizado y el costo real.

Una variación negativa significa que el proyecto está por encima del presupuesto.

### **4.4 MÉTRICAS DE DESEMPEÑO**

#### **Índice de desempeño de programación (SPI): EV/PV**

Muestra el porcentaje de trabajo realizado comparado con lo que se había planeado.

- Si  $SPI=1$ , el proyecto está a tiempo.
- Si  $SPI>1$ , el proyecto está adelantado con respecto al cronograma.
- Si  $SPI<1$ , el proyecto está retrasado con respecto al cronograma.

#### **Índice de desempeño de costo (CPI): EV/AC**

Muestra cuantas unidades de trabajo se obtuvieron para la cantidad de unidades de dinero gastadas en el trabajo.

- Si  $CPI=1$ , el proyecto está dentro del presupuesto.
- Si  $CPI>1$ , el proyecto está por debajo del presupuesto.
- Si  $CPI<1$ , el proyecto está por encima del presupuesto.

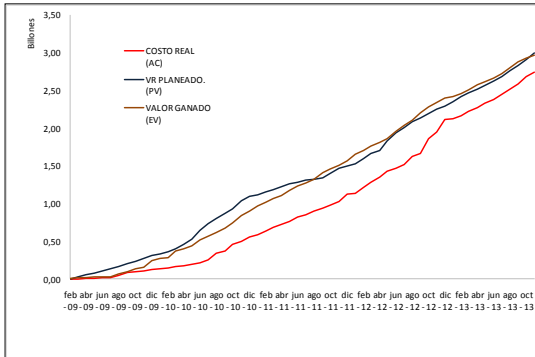
#### **Índice costo - Programación (CSI= CPI\*SPI)**

Entre más se aleje CSI de 1.0, menor es la posibilidad de que el proyecto se recupere.

A continuación se muestra el análisis de valor ganado del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Ver figura 3.

Figura 3. Análisis de Valor Ganado Proyecto Sogamoso.



Fuente: Autores del Proyecto

## 5. PROGRAMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO.

Durante la planeación de un proyecto se toman en cuenta diferentes factores entre ellos están: el costo, el tiempo y uno muy importante es la calidad con la que se realiza el mismo.

Para poder tener una perspectiva de la influencia de estos factores en el proyecto es necesario hacer una programación de obra, la cual consiste en relacionar las actividades a realizar con la disponibilidad de los recursos.

La programación es muy importante ya que esta se encarga de darle una pauta al seguimiento, por medio de esta programación se pueden estimar los tiempos para dar inicio a una actividad y su duración hasta la culminación de la misma.

Los avances o atrasos en la obra se pueden identificar comparando lo que se tiene planeado con lo que realmente se ha ejecutado, esto da una idea de cómo va la construcción para poder tomar medidas correctivas si es necesario.

La definición del proceso constructivo de cualquier actividad a ejecutarse es importante ya que determina como se va poniendo en práctica lo planeado en el proyecto con base en las especificaciones técnicas y el programa contemplado en el proyecto. El proceso constructivo se realizará a tiempo y de la forma esperada si se hace un buen uso de los recursos que se poseen.

Durante el proceso constructivo conviene realizar reuniones

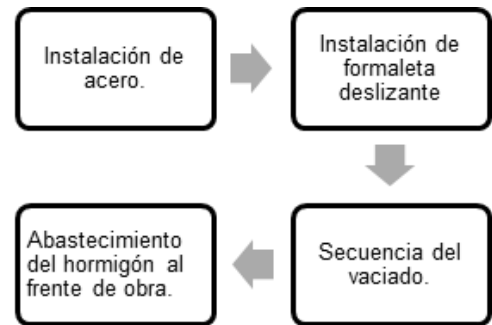
periódicas con el contratista para analizar el avance del frente de obra y de esta manera hacer una evaluación del mismo, proponer cambios si se requiere, revisar cuales actividades están pendientes por ejecutarse y cuales ya se realizaron, y así llevar un programa de evolución de la construcción.

Con el fin de mostrar la forma en la que se construyó la estructura de control y demostrar los avances y los rendimientos obtenidos a continuación se presenta el proceso constructivo de la estructura de control.

### 5.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL HORMIGONADO DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL.

En la figura 4 se muestran las fases de en las que se realizó el hormigonado de las pilas de la estructura de control.

Figura 4. Fases del hormigonado de la estructura de control.



Fuente: Autores del proyecto

**Instalación de acero:** Como paso previo a la instalación del refuerzo de la estructura se instalan andamios en hierro cuya función es servir de guía para la ubicación del hierro horizontal. (VER ANEXO A).

Para verificar que la posición de dichos andamios sea correcta, se realiza un chequeo utilizando plomos y el levantamiento topográfico respectivo.

La totalidad del hierro vertical se instala haciendo uso de una grúa, el hierro horizontal es instalado en el sitio de obra.

**Instalación de Formaleta deslizante:** El proceso de

hormigonado de las pilas se realiza mediante el sistema de formaleta deslizante.

Sin embargo entre las cotas 286 a la 300 se utiliza un sistema tradicional de formaleta en madera debido a la geometría del azud. El encofrado para las pilas está compuesto por módulos planos de 1m de altura y de 3m metros de ancho, para la pared aguas abajo se utiliza formaleta correspondiente al ancho de 4 m de la pila, y en el tercer tramo debido a la geometría de la estructura de control se usa otro sistema de formaleta de 4,5m de ancho y 1m de altura para poder vaciar a partir de la cota 323.60. Ver figura 5.

Figura 5. Instalación de formaleta en madera para vaciado de primer tramo de la estructura de control.



Fuente: Autores del proyecto

Para la instalación de la formaleta se utilizan columnas de 12 m debido a que las pilas tienen una longitud de 45 m, estas son aseguradas por medio de un perno hembra (She-bolt); en las columnas se dejan unos tornillos de tipo esparrago para ser conectado a la pila mediante platinas, esto se hace con el fin de garantizar la estabilidad de la columna al iniciar el vaciado. Ver figura 6.

Figura 6. Perno hembra (She-bolt) y platina.



Fuente: Autores del proyecto

Sobre las columnas van embebidos los conos de espera que tienen la capacidad de soportar cargas de hasta 3 Ton, los mismos sirven de soporte a andamios y plataformas de instalación, cada cono cuenta con una rosca que puede ser removida

cuando se necesite subir la formaleta para continuar el vaciado.

El proceso de instalación de la formaleta toma un tiempo promedio de dos semanas; una vez iniciado el vaciado esta se eleva a razón de 30 cm/hr.

Sobre la formaleta van instalados gatos hidráulicos controlados por medio de guayas ubicadas sobre las columnas y ayudan a la misma.

Para garantizar la elevación uniforme del conjunto de gatos hidráulicos los mismos son controlados mediante Centralinas (bombas hidráulicas). Ver figura 7.

Figura 7. Centralina.



Fuente: Autores del proyecto

El encofrado deslizante cuenta con ménsulas para permitir la construcción de andamios que se elevan con el mismo, bajo estos se coloca un andamio secundario donde trabajan los albañiles que deben hacer los retoques en la superficie.

El sistema de drenaje, las barras de anclaje y el acero de refuerzo de cada tramo es colocado antes de realizar el vaciado de cada pila en su totalidad.

**Abastecimiento de hormigón al frente de obra.** El contratista cuenta con una planta de concreto en la cual se prepara la mezcla.

Es de suma importancia garantizar el suministro permanente de concreto para abastecer las dos bombas utilizadas en el proceso de vaciado. Debe evitarse la segregación, separación y contaminación de la mezcla. Para el transporte y descargue se utilizan camiones (mixer). Ver figura 8.

Figura 8. Camiones mixer

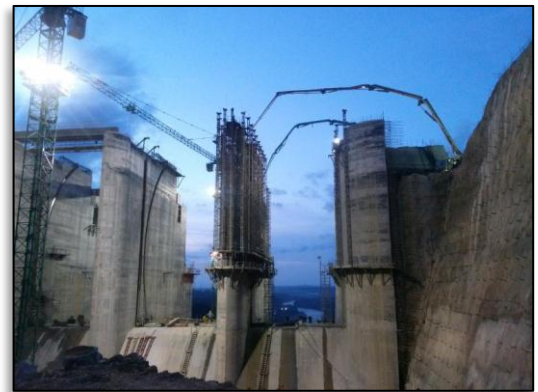


Fuente: Autores del proyecto

**Secuencia del vaciado:** El vaciado de la estructura de control se realiza en 3 tramos, comenzando con un vaciado aguas abajo desde la cota 286 hasta la cota 300 en forma de cuña; al llegar a esta cota queda completo el encofrado de 42m que se desliza de manera uniforme entre las cotas 300 y 309, sección en la cual las pilas disminuyen de longitud completando de esta manera el primer vaciado. Luego de colocar el encofrado hasta la cota 309 se procede a reducir el encofrado deslizante y se utiliza el juego de formaletas de 4.5m de ancho y 1 m de longitud desde la cota 309 hasta la 323.60. Luego se procede con el vaciado del último tramo desde la cota 323.6 a la cota 330 terminando

de esta manera el hormigonado de la estructura. El vaciado de hormigón de las pilas se realiza mediante dos bombas con capacidad máxima de 30 m<sup>3</sup>/hora. Para realizar los movimientos de encofrados y armaduras se utilizan las torres grúas. Ver figura 9.

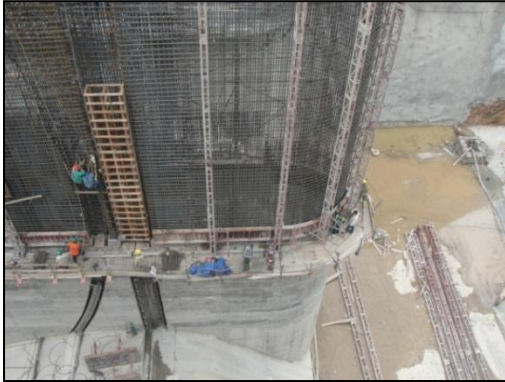
Figura 9. Bombas utilizadas en el vaciado.



Fuente: Autores del proyecto

Los encofrados para las guías de las compuertas radiales y los tablonés de cierre se sujetan a las armaduras antes de iniciar el vaciado de las pilas, así se asegura que el encofrado deslizante pase de manera rasante sobre las guías de las compuertas radiales. Ver figura 10.

Figura 10. Encofrados para las guías de las compuertas radiales.



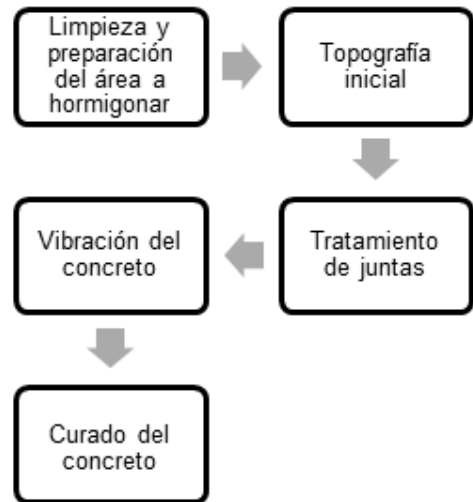
Fuente: Autores del proyecto

Una vez terminadas las guías laterales de las compuertas y después de vaciadas las pilas se procede a la colocación de los concretos de segunda etapa para iniciar la instalación de los soportes para la compuertas radiales que operaran la estructura de control.

## 5.2 TRATAMIENTO GENERAL DEL HORMIGÓN.

Con el fin de optimizar la ejecución de la estructura y poder tener buenos rendimientos en los vaciados se realiza la siguiente secuencia. Ver figura 11

Figura 11. Tratamiento general del hormigón.



Fuente: Autores del proyecto

**Limpieza y preparación del área a hormigonar.** La interventoría realiza la inspección del sitio de colocación del concreto y aprueba la formaleta, el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies en contacto con el concreto colocado en el sitio. Se utilizan encofrados con suficiente rigidez para mantener su posición y resistir las presiones resultantes del vaciado y vibrado del hormigón sin sufrir deformaciones.

**Topografía inicial:** Una vez realizada la limpieza del área a hormigonar, así

como el montaje del encofrado, se ejecuta el proceso de replanteo topográfico pertinente, esta labor es ejecutada por el equipo topográfico del contratista, que es apoyado a su vez por el grupo de topografía de la interventoría con el fin de garantizar un correcto replanteo.

**Vibración del concreto:** Durante el proceso de vaciado del concreto los vibradores son operados en intervalos frecuentes en posiciones casi verticales.

Para realizar esta operación se cuenta con dos cuadrillas, una de 8 personas que está encargada de la recepción y vibrado del concreto en el vaciado, y otra de 4 personas que se encarga de vibrar la parte exterior de la formaleta para evitar la formación de hormigueros.

La cabeza del vibrador debe penetrar profundamente para garantizar el vibrado de todas las capas. La capa superior se somete a nuevas vibraciones para garantizar que el concreto mantenga su plasticidad. El

diámetro mínimo de los vibradores es de 50 mm con una frecuencia mínima de vibración de 7000 rpm.

**Tratamiento de las juntas.** Antes de colocar el concreto sobre la superficie de la junta de construcción esta debe ser previamente limpiada y preparada para recibir el vaciado por medio de chorros de arena húmeda o corte con chorro de aire-agua a presión “corte verde”, las juntas de construcción tienen las siguientes dimensiones base mayor 20cm, base menor 13cm y altura de 4cm.

**Curado del concreto.** El curado de los hormigones del azud y pilas en el vertedero se realiza mediante la aplicación de agua por aspersión. El líquido se ubica en la parte superior del vertedero y desde ese punto se canaliza mediante mangueras hasta llegar a los diferentes frentes de trabajo. La simple presión ejercida por la gravedad garantiza que el agua sea expulsada por medio de los aspersores ubicados a lo largo de un tubo de PVC, logrando la humectación del concreto.

## 6. CONTROL Y SEGUIMIENTO

El propósito del Seguimiento y Control del Proyecto es el de proveer una visión objetiva del estado actual del proyecto y determinar las posibles desviaciones a fin de tomar las correcciones del caso.

Durante la construcción las pilas de la estructura de control con el fin de llevar un control y hacer un seguimiento a las actividades desarrolladas se realizaron las siguientes labores. Ver figura 12.

Figura 12. Control y seguimiento



Fuente: Autores del proyecto

**Visitas a los frentes de obra.** Con el fin de realizar un seguimiento a todas las actividades relacionadas con la construcción de la obra e intervenir

en la toma de decisiones que sean a favor del avance del proyecto, se realizan visitas de obra las cuales son de suma importancia dentro del seguimiento. Estas visitas consisten en ir a los sitios de obra y recopilar información de campo con ayuda del personal de la interventoría.

**Seguimiento de los cronogramas de obra en Ms Project.** Durante la ejecución del hormigonado de las pilas de la estructura de control se desarrolla el seguimiento y control de la obra con el fin de actualizar la información programada inicialmente con lo ejecutado. Por ello se realiza semanalmente un reporte de avance del programa presentado por el contratista GRUPO ICT II SAS con el fin de controlar que la ejecución de la obra se desarrollara dentro de los plazos establecidos.

**Registro fotográfico del frente.** Apoyándose del registro fotográfico se complementa el seguimiento realizado en Ms Project con el fin de tener una visión general de la ejecución de la obra y verificar si lo contenido en los

cronogramas es consistente con el avance real. Ver figuras 13 y 14 y el ANEXO B.

Figura 13. Avance de la estructura de control del mes de Julio



Fuente: Autores del proyecto

Figura 14. Avance de la estructura de control del mes de Octubre.



Fuente: Autores del proyecto

**Rendimientos del hormigonado de las pilas de la estructura de control.** Con visitas realizadas a la

obra y con información entregada por parte de la interventoría CONSORCIO INTEGRAL VQ por medio de los reportes de liberación de los concretos y de los informes diarios VER ANEXO C, se obtuvo la siguiente información acerca de los rendimientos presentados en la ejecución de las pilas de la estructura de control. Como la liberación de los concretos se realizó por tramos, en las siguientes tablas se mostrará el rendimiento en  $m^3/hr$  de cada tramo liberado. Al observar el tiempo de duración de los vaciados mostrados en las tablas presentadas se puede ver que los tramos de concreto vaciado tuvieron rendimientos y duraciones similares. Adicional a esto la preparación del encofrado tuvo la misma duración así: Para el primer tramo de vaciado desde la cota 286 a la cota 309 se tuvo una duración de 21 días, para el segundo tramo de vaciado desde la cota 309 a la cota 323.60 se tuvo una duración de 15 días y para el tercer tramo de vaciado desde las cotas 323.6 a la cota 330 donde terminan las pilas de la estructura de

control se tuvo una duración de 7 días. Ver tablas 1, 2 y 3 donde se muestran los rendimientos obtenidos de los vaciados de cada tramo.

Tabla 1. Rendimientos presentados en el tramo1 de los concretos de las pilas de la estructura de control.

TRAMO 1				
PILA	VOLUMEN VACIADO	INICIO	FINALIZACIÓN	RENDIMIENTO (m3/hr)
1	2302,98	06/07/2013	11/07/2013	19,1915
2	2284,53	17/06/2013	22/06/2013	19,0378
3	2192	21/05/2013	26/05/2013	18,2667
4	2208	22/04/2013	27/04/2013	18,4000
5	2248	06/05/2013	11/05/2013	18,7333

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 2. Rendimientos presentados en el tramo 2 de los concretos de las pilas de la estructura de control.

TRAMO 2				
PILA	VOLUMEN VACIADO	INICIO	FINALIZACIÓN	RENDIMIENTO (m3/hr)
1	1994	11/10/2013	15/10/2013	20,7708
2	1949,07	12/11/2013	16/11/2013	20,3028
3	1904	17/09/2013	20/09/2013	26,4444
4	1952,2	31/07/2013	04/08/2013	20,3354
5	2056	13/08/2013	16/08/2013	28,5556

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 3. Rendimientos presentados en el tramo 3 de los concretos de las pilas de la estructura de control.

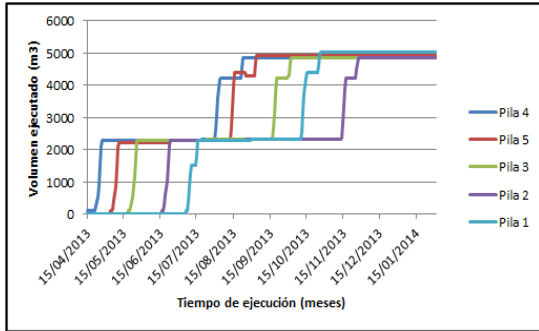
TRAMO 3				
PILA	VOLUMEN VACIADO	INICIO	FINALIZACIÓN	RENDIMIENTO (m3/hr)
1	736	25/10/2013	27/10/2013	15,3333
2	623,6	25/11/2013	26/11/2013	25,9833
3	761,2	30/09/2013	02/10/2013	15,8583
4	697	22/08/2013	23/08/2013	29,0417
5	670	02/09/2013	03/09/2013	27,9167

Fuente: Autores del proyecto

Se puede observar el avance en la ejecución de los concretos y los aceros de las pilas de la estructura de control y con esto tener una idea del avance real de la estructura de control. Ver figuras 15 y 16.

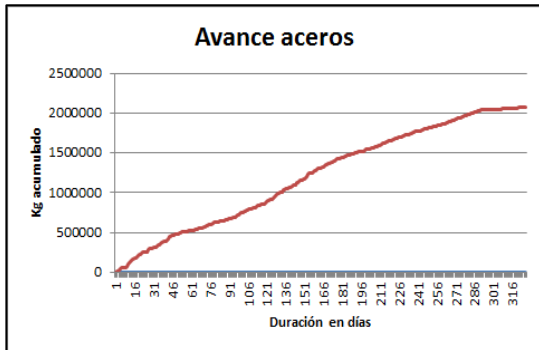
Además en los ANEXOS D y E se muestra la información suministrada de los informes diarios de la interventoría que sirvió de base para la elaboración de las gráficas correspondientes a los aceros y los concretos de las pilas de la estructura de control.

Figura 15. Avance en la ejecución de los concretos de las pilas de la estructura de control.



Fuente: Autores del proyecto

Figura 16. Avance en la ejecución de los aceros de la estructura de control.



Fuente: Autores del proyecto

## 7. RESULTADOS

Durante el período de práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso se logró aplicar conceptos de la ingeniería civil, con el desarrollo de distintas

actividades relacionadas con la ejecución del proyecto.

A partir del seguimiento realizado en los cronogramas de avance presentados en Ms Project por el contratista ICT II se pudo ver el avance real de la obra y verificar si se estaba ejecutando según lo programado, con el fin de implementar acciones correctivas.

Los rendimientos obtenidos en los vaciados de las pilas se deben a los recursos utilizados para abastecer el concreto a la obra y a los turnos usados para el respectivo vaciado, se contó con 2 turnos cada uno de 12 horas y con dos bombas con capacidad de 30 m<sup>3</sup>/hr con el fin de optimizar la ejecución.

Los trabajos en la estructura de control se realizaron constantemente. En la figura 15 se puede observar que hubo tiempos en los que los trabajos del concreto se muestran constantes, en este tiempo se trabajó en la preparación del encofrado el cual tuvo una duración de 21 días

para el primer tramo, 15 para el segundo y 7, la figura 16 muestra la continuidad de los trabajos del acero durante la ejecución de las pilas.

Dentro de la ejecución de un proyecto es de gran importancia contar con una herramienta que permita dar una idea de los avances reales del proyecto por ello mediante la elaboración de la Curva S podemos hacer un monitoreo al mismo con fin de verificar si lo que se tiene planeado se está ejecutando en los tiempos esperados.

El Valor Ganado nos da una idea de cómo se está llevando a cabo un proyecto y por qué. Es un modelo matemático muy conocido el cual empieza a ser estable cuando ha transcurrido el 15% y el 20% de un proyecto.

## **8. CONCLUSIONES**

El seguimiento de los cronogramas n Ms Project para algunos frentes de obra del proyecto no constituyó una fuente confiable de información,

debido a que la interpretación del software es lineal y en esta no se tienen en cuenta los rendimientos reales obtenidos en campo.

La Curva S constituye una herramienta muy importante en el seguimiento del proyecto, sirvió para identificar atrasos en la obra, dando una alerta para evaluar estado actual del proyecto y realizar una reprogramación del mismo.

Gracias al seguimiento realizado en obra, se pudo detectar los atrasos presentados en la misma, con esto se trabajó en la distribución de los recursos para cumplir con los plazos establecidos inicialmente.

Los atrasos en el cronograma generan sobrecostos en el proyecto, por ello se debe realizar un control riguroso en cada uno de los frentes de trabajo.

El Valor Ganado puede ser una carga operativa muy grande para un proyecto, su interpretación puede ser complicada y confusa.

## 9. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por darme sabiduría, por ser mi guía durante mi transcurso de mi carrera, por darme fortaleza para seguir adelante y formarme personal y profesionalmente.

A mis padres que son mi gran adoración, por estar siempre cuando los necesité, por el amor que me brindo mi madre y todos sus consejos, porque fueron el impulso de mi vida para llegar a ser una profesional.

A mis hermanos por todos los consejos que me dieron, en especial a mi hermana Martha, quien siempre me dio fortaleza y me ayudo cuando más la necesité.

A ISAGEN S.A.E.S.P por darme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial en el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso ya que gracias a esto conocí personas con excelente calidad humana que me

ayudaron a crecer personal y profesionalmente.

A los ingenieros del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, en especial al ingeniero Juan Felipe quien fue mi tutor durante 6 meses por ser mi orientación durante este proceso, al ingeniero Hedmer por su contribución en mi formación como profesional durante mi estadía en el proyecto, a la ingeniera Diana Quiroga por todos sus consejos y enseñanzas y al ingeniero Rubén Ospina por todo su apoyo en la elaboración de este artículo.

A mis compañeros de práctica por las experiencias vividas y los recuerdos inolvidables de esta experiencia.

A Integral VQ en especial a Carolina Baquero por toda su ayuda y disposición para recopilar la información que necesité durante el transcurso de mi práctica empresarial.

A la universidad industrial de Santander, a todos los profesores

que aportaron parte de su conocimiento para mi formación profesional, en especial el profesor Alvaro Viviescas por ser mi tutor y por compartir lecciones académicas para mi formación profesional.

## REFERENCIAS

Alsina, J. (2011) Project Charter S.A. Gestión de Valor Ganado EVM para control de proyectos. [http://www.projectcharter.com/documents/white\\_papers\\_sp/Gestion%20de%20Valor%20Ganado%20EVM%20para%20Control%20de%20Proyectos.pdf](http://www.projectcharter.com/documents/white_papers_sp/Gestion%20de%20Valor%20Ganado%20EVM%20para%20Control%20de%20Proyectos.pdf)[2012,19 de Junio].

MANUAL DE MICROSOFT PROJECT 98. Javyser formación y desarrollo. [Citado el 26 de Septiembre 2011]. Disponible en: [http://csie.unavarra.es/manuales/manual\\_project%2098.pdf](http://csie.unavarra.es/manuales/manual_project%2098.pdf)

ISAGEN S.A. E.S.P. Energía productiva. Nuestra empresa, misión y visión. [Citado el 25 de Junio 2012]. Disponible

en:<http://www.isagen.com.co/nuestra-empresa/gestion-de-proyectos/ejecucion-proyectos-de-generacion/proyecto-sogamoso/>

NORMA TECNICA COLOMBIANA, Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación, Sexta actualización. Bogotá: Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2008.

Rodolfo Siles, PMP y Ernesto Mondelo, PMP, Guía de Gestión de Proyectos para Resultados PM4R, 2ª edición, BID-INDES, 2012.

Licitación pública No. 5/415. Pliego de condiciones- parte II. Copia conformada - Especificaciones técnicas. Capítulo 10.

Navarro, D. Seguimiento de Proyectos con el Análisis de Valor Ganado. Disponible en: [http://www.armell.com/docs/avg\\_v1b.pdf](http://www.armell.com/docs/avg_v1b.pdf) [2012,19 de Junio]

# **ANEXOS**

## ANEXO A. INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO PILA 2. FUENTE EL AUTOR



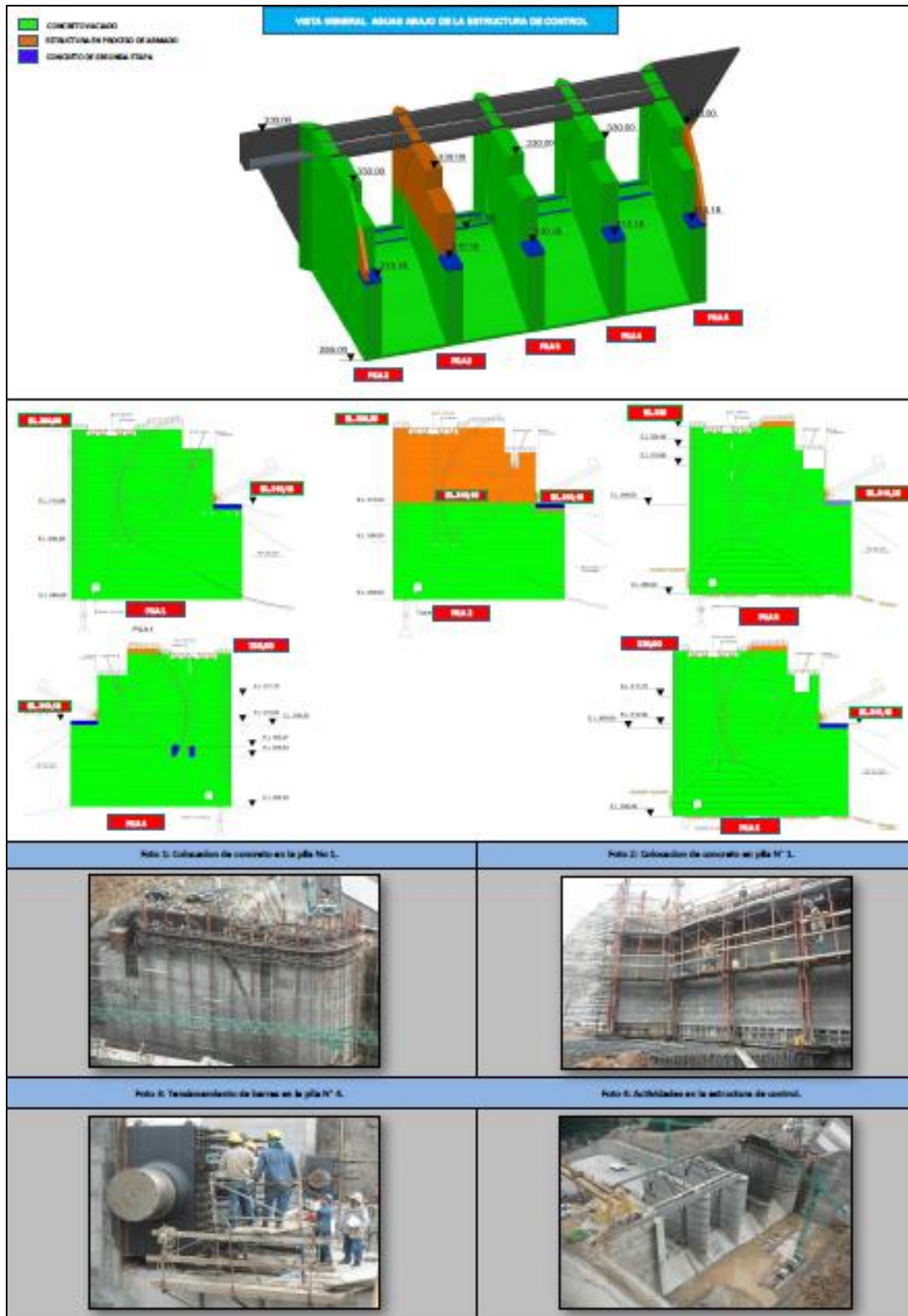
**ANEXO B. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL AVANCE DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DURANTE EL PERIODO EN PRÁCTICA**





## ANEXO C. INFORME DIARIO DE AVANCE DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL OCTUBRE DE 2013, FUENTE INTEGRAL VQ.

ISAGEN		INFORME DIARIO DE CONCRETOS						CONCRETO CALIFICACION ESTRUCTURAL			
Domingo, 27 de Octubre de 2013											
CONTRATO 46/3344											
<b>VERTEDERO - ESTRUCTURA DE CONTROL</b>											
Fecha de inicio tardía				23 de Diciembre de 2010		Fecha de inicio real (desde Inyección de Pastillas)		28 de Mayo de 2012			
Fecha de fin tardía				30 de Septiembre de 2013							
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN				VOLUMEN COLADO EN EL TURNO (m³)	VOLUMEN ACUMULADO (m³)	AVANCE MODULO %	AVANCE ESTRUCTURAL	AVANCE TOTAL CONCRETOS %		
	ARECHA INICIAL	ARECHA FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL							
<b>PILAS ESTRUCTURA DE CONTROL (Concreto clase D-F-102 Mpa. Incluye concreto clase A-F en zona postensada)</b>											
PILA No.1 ORD. +086 A ORD. +080	40402,00	40403,24	802,85	800,00	380,0	3.228,4	87,3%	87,3%			
PILA No.2 ORD. +087 A ORD. +021			800,58	800,58	0,0	2.417,9	47,7%				
PILA No.3 ORD. +082 A ORD. +082	Actividad finalizada el 02 de octubre del 2013				0,0	4.857,2	100,0%				
PILA No.4 ORD. +087 A ORD. +021	Actividad finalizada el 29 de agosto del 2013				0,0	4.857,2	100,0%				
PILA No.5 ORD. +086 A ORD. +080			800,00	800,00	0,0	4.866,8	94,2%				
<b>ASIS VERTEDERO (Concreto clase F-F-102 Mpa)</b>											
ASIS ESTRUCTURA DE CONTROL	Actividad finalizada el 8 de marzo del 2014			800,00	N/A	82.887,0	100,0%	94,77%			
<b>VIGAS PREPARADAS PARA EL PUNTE SOBRE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DEL VERTEDERO</b>											
Logar de fabricación	Tipo de Viga	Cantidad Prevista	Cantidad Inyectada	Cantidad Transportada a frente de obra	Cantidad Varilla instalada	% Avance de fabricación (80%)	% Avance de transporte e instalación (80%)			Avance total	
HACIENDA LA FLOR	Viga Tipo 1	8 Unidades	8 un	0	0	100,0%	0,0%			40,0%	
HACIENDA LA FLOR	Viga Tipo 2	24 Unidades	24 un	0	0	100,0%	0,0%				
<b>BARRAS PARA POSTENSIONAMIENTO EN LA VIGA DE APOYO DE LAS COMPUERTAS RACIOLIS DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL 412/014</b>											
	Cantidad de Barras/Pila	Cantidad instalada (70%)	Cantidad tensionada (20%)	Cantidad Inyectada (20%)	Avance total por pila	AVANCE TOTAL ESTRUCTURA %					
PILA No.1 ORD. +086 A ORD. +080	76	76	100,0%	0	0,0%	70,0%					
PILA No.2 ORD. +087 A ORD. +021	112	64	57,1%	0	0,0%	60,0%					
PILA No.3 ORD. +082 A ORD. +082	112	112	100,0%	0	0,0%	70,0%					
PILA No.4 ORD. +087 A ORD. +021	112	112	100,0%	80	71,4%	84,2%					
PILA No.5 ORD. +086 A ORD. +080	76	76	100,0%	76	100,0%	90,0%					
<b>an</b>						54.968,3					
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>											
Pila No.1	Continúan con la colocación de concreto f'c 28 MPa (Finaliza).										
Pila No.2	Continúa instalación y amarre acero de refuerzo, instalación de camisas y barras para el sistema de postensado entre cotas 309 a 330.										
Pila No.3	Inactiva.										
Pila No.4	Tensionamiento de barras para el soporte de la viga mañón. Cantidad tensionada 16 unidades.										
Pila No.5	Inactiva.										
Concretos de segunda etapa	Inactiva.										
<b>INSTALACION DE ACERO EN TODA LA ESTRUCTURA DE CONTROL (Sin incluir casetas)</b>											
DESCRIPCIÓN	PESO INSTALADO EN EL TURNO (kg)	TOTAL PESO ACUMULADO (kg)	AVANCE TOTAL %								
ACERO DE REFUERZO	0,00	3.227.336,97	90,55%								
<b>OBSERVACIONES</b>											
Guías compuertas	Continúa montaje guía tablonas en pila N° 5.										
<b>ESQUEMA DE AVANCE - SISTEMA POSTENSADO</b>											
Zona Postensado Pila 1	Zona Postensado Pila 2	Zona Postensado Pila 3	Zona Postensado Pila 4	Zona Postensado Pila 5							
● LOCALIZACIÓN DE BARRA		● BARRA TENSIONADA									
● BARRA INSTALADA		● BARRA INYECTADA									



**ANEXO D. AVANCE DIARIO DEL REFUERZO DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL, FUENTE INTEGRAL VQ**

<b>ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURA DE CONTROL</b>			
<b>NUM</b>	<b>FECHA</b>	<b>KILOS X DIA</b>	<b>ACUMULADO</b>
1	30/12/2012	1.907,30	1.907,30
2	31/12/2012	6.842,85	8.750,15
3	01/01/2013	10.833,00	19.583,15
4	02/01/2013	14.263,88	33.847,03
5	03/01/2013	10.458,52	44.305,55
30	28/01/2013	1.018,08	300.924,09
31	29/01/2013	12.470,99	313.395,08
32	30/01/2013	0.000,00	313.395,08
33	31/01/2013	3.873,29	317.268,37
34	01/02/2013	7.016,12	324.284,49
35	02/02/2013	16.330,75	340.615,24
36	03/02/2013	5.303,11	345.918,35
37	04/02/2013	9.751,35	355.669,70
38	05/02/2013	15.736,30	371.406,00
39	06/02/2013	15.318,73	386.724,73
40	07/02/2013	2.616,10	389.340,83
41	08/02/2013	3.285,35	392.626,18
42	09/02/2013	6.037,37	398.663,55
146	24/05/2013	10.579,20	1.130.470,94
147	25/05/2013	7.782,41	1.138.253,35
148	26/05/2013	19.023,37	1.157.276,72
149	27/05/2013	3.776,32	1.161.053,04
150	28/05/2013	6.948,98	1.168.002,02
151	29/05/2013	8.571,22	1.176.573,24
161	08/06/2013	15.757,81	1.296.650,01
162	09/06/2013	2.220,24	1.298.870,25
163	10/06/2013	2.383,80	1.301.254,05
164	11/06/2013	9.551,38	1.310.805,43

<b>ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURA DE CONTROL</b>			
165	12/06/2013	5.840,37	1.316.645,80
166	13/06/2013	6.657,61	1.323.303,41
167	14/06/2013	14.481,27	1.337.784,68
168	15/06/2013	11.429,35	1.349.214,03
169	16/06/2013	3.868,69	1.353.082,72
170	17/06/2013	8.418,53	1.361.501,25
171	18/06/2013	6.810,15	1.368.311,40
172	19/06/2013	11.846,40	1.380.157,80
173	20/06/2013	8.239,99	1.388.397,79
174	21/06/2013	9.744,08	1.398.141,87
175	22/06/2013	3.032,56	1.401.174,43
176	23/06/2013	10.014,86	1.411.189,29
177	24/06/2013	9.558,06	1.420.747,35
178	25/06/2013	6.806,55	1.427.553,90
179	26/06/2013	5.898,48	1.433.452,38
180	27/06/2013	5.810,22	1.439.262,60
181	28/06/2013	1.900,88	1.441.163,48
182	29/06/2013	3.230,14	1.444.393,62
183	30/06/2013	6.225,18	1.450.618,80
184	01/07/2013	9.209,12	1.459.827,92
185	02/07/2013	5.231,51	1.465.059,43
186	03/07/2013	7.865,10	1.472.924,53
187	04/07/2013	2.209,43	1.475.133,96
233	19/08/2013	0.000,00	1.724.663,05
234	20/08/2013	6.761,53	1.731.424,58
235	21/08/2013	4.982,69	1.736.407,27
236	22/08/2013	12.121,60	1.748.528,87
237	23/08/2013	8.846,41	1.757.375,28
238	24/08/2013	5.769,39	1.763.144,67
239	25/08/2013	1.553,27	1.764.697,94
240	26/08/2013	0.000,00	1.764.697,94
256	11/09/2013	5.776,71	1.838.150,44

<b>ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURA DE CONTROL</b>			
257	12/09/2013	5.810,23	1.843.960,67
258	13/09/2013	5.290,43	1.849.251,10
259	14/09/2013	4.056,00	1.853.307,10
260	15/09/2013	2.830,69	1.856.137,79
261	16/09/2013	0.000,00	1.856.137,79
262	17/09/2013	4.001,43	1.860.139,22
276	01/10/2013	5.373,00	1.949.619,90
277	02/10/2013	5.405,62	1.955.025,52
278	03/10/2013	6.396,27	1.961.421,79
279	04/10/2013	5.464,77	1.966.886,56
280	05/10/2013	4.491,65	1.971.378,21
281	06/10/2013	5.864,20	1.977.242,41
282	07/10/2013	10.548,86	1.987.791,27

**ANEXO E. AVANCE DE LOS DIARIO DE LOS CONCRETOS DE LA  
ESTRUCTURA DE CONTROL, FUENTE INTEGRAL VQ.**

<b>FECHA VACIADO</b>	<b>PILA 4</b>	<b>PILA 5</b>	<b>PILA 3</b>	<b>PILA 2</b>	<b>PILA 1</b>
21/04/2013	108,75	0	0	0	0
22/04/2013	259,15	0	0	0	0
23/04/2013	523,15	0	0	0	0
24/04/2013	883,15	0	0	0	0
04/05/2013	2287,15	113,98	0	0	0
05/05/2013	2287,15	113,98	0	0	0
06/05/2013	2287,15	129,98	0	0	0
07/05/2013	2287,15	409,98	0	0	0
08/05/2013	2287,15	843,98	0	0	0
09/05/2013	2287,15	1395,98	0	0	0
10/05/2013	2287,15	2059,98	0	0	0
11/05/2013	2287,15	2200,00	0	0	0
19/05/2013	2287,15	2200,00	108,75	0	0
20/05/2013	2287,15	2200,00	108,75	0	0
21/05/2013	2287,15	2200,00	220,75	0	0
22/05/2013	2287,15	2200,00	524,75	0	0
23/05/2013	2287,15	2200,00	844,75	0	0
24/05/2013	2287,15	2200,00	1168	0	0
25/05/2013	2287,15	2200,00	1720	0	0
26/05/2013	2287,15	2200,00	2287,15	0	0
27/05/2013	2287,15	2200,00	2287,15	0	0
28/05/2013	2287,15	2200,00	2287,15	0	0
15/06/2013	2287,15	2200,00	2287,15	108,75	0
16/06/2013	2287,15	2200,00	2287,15	108,75	0
17/06/2013	2287,15	2200,00	2287,15	300,75	0
18/06/2013	2287,15	2200,00	2287,15	596,75	0
19/06/2013	2287,15	2200,00	2287,15	1004,75	0
04/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	0
05/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	113,98

<b>FECHA VACIADO</b>	<b>PILA 4</b>	<b>PILA 5</b>	<b>PILA 3</b>	<b>PILA 2</b>	<b>PILA 1</b>
06/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	113,98
07/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	393,98
08/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	841,98
09/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	1265,98
10/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	1521,98
11/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	1521,98
12/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	1521,98
13/07/2013	2284,53	2302,98	2284,53	2284,53	1521,98
04/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
05/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
06/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
07/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
08/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
09/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
10/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
11/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
12/08/2013	4234,11	2336,40	2317,9476	2284,53	2302,98
25/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2302,98
26/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2302,98
27/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2302,98
28/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2302,98
29/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2336,3976
30/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2336,3976
31/08/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2336,3976
01/09/2013	4857,17	4289,59	2317,9476	2317,9476	2336,3976
02/09/2013	4857,17	4713,59	2317,9476	2317,9476	2336,3976
03/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
04/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
05/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
06/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
07/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
08/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976

<b>FECHA VACIADO</b>	<b>PILA 4</b>	<b>PILA 5</b>	<b>PILA 3</b>	<b>PILA 2</b>	<b>PILA 1</b>
09/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
10/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
11/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
12/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
13/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
14/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
15/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
16/09/2013	4857,17	4919,08	2317,9476	2317,9476	2336,3976
17/09/2013	4857,17	4919,08	2661,9476	2317,9476	2336,3976
18/09/2013	4857,17	4919,08	3101,9476	2317,9476	2336,3976
19/09/2013	4857,17	4919,08	3733,9476	2317,9476	2336,3976
20/09/2013	4857,17	4919,08	4234,1076	2317,9476	2336,3976
21/09/2013	4857,17	4919,08	4234,1076	2317,9476	2336,3976
22/09/2013	4857,17	4919,08	4234,1076	2317,9476	2336,3976
23/09/2013	4857,17	4919,08	4234,1076	2317,9476	2336,3976
24/09/2013	4857,17	4919,08	4234,1076	2317,9476	2336,3976
25/09/2013	4857,17	4938,60	4234,1076	2317,9476	2336,3976
26/09/2013	4857,17	4938,60	4234,1076	2317,9476	2336,3976
27/09/2013	4857,17	4938,60	4234,1076	2317,9476	2336,3976
28/09/2013	4857,17	4938,60	4234,1076	2317,9476	2336,3976
29/09/2013	4857,17	4938,60	4234,1076	2317,9476	2336,3976
30/09/2013	4857,17	4938,60	4330,1076	2317,9476	2336,3976
01/10/2013	4857,17	4938,60	4722,1076	2317,9476	2336,3976
02/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
03/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
04/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
05/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
06/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
07/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
08/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
09/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2336,3976
10/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	2528,3976

<b>FECHA VACIADO</b>	<b>PILA 4</b>	<b>PILA 5</b>	<b>PILA 3</b>	<b>PILA 2</b>	<b>PILA 1</b>
11/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	3200,3976
12/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	3712,3976
13/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4216,3976
14/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
15/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
16/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
17/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
18/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
19/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
20/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
21/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
22/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
23/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4392,3976
24/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4592,3976
25/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	4968,3976
26/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
27/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
28/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
29/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
30/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
31/10/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
01/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
02/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
03/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
04/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
05/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
06/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
07/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
08/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
09/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
10/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98
11/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2317,9476	5032,98

<b>FECHA VACIADO</b>	<b>PILA 4</b>	<b>PILA 5</b>	<b>PILA 3</b>	<b>PILA 2</b>	<b>PILA 1</b>
12/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2349,9476	5032,98
13/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	2813,9476	5032,98
14/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	3325,9476	5032,98
15/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	3893,9476	5032,98
16/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
17/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
18/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
19/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
20/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
21/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
22/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
23/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
24/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4234,1076	5032,98
25/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4506,1076	5032,98
26/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4857,1676	5032,98
27/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4857,1676	5032,98
28/11/2013	4857,17	4938,60	4857,1676	4857,1676	5032,98