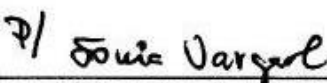


CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Rommel Cuevas Kauffmann, Ing. Sergio Fernández Cerdas, Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.


Ing. Rommel Cuevas Kauffmann.
En representación del Director


Ing. Sergio Fernández Cerdas.
Profesor Guía


Ing. Milton Sandoval Quirós.
Profesor Lector


Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Observadora

**Control de insumos,
personal y avance de
obra para el proyecto
"Rehabilitación del puente sobre
el Río Sarapiquí" Puerto Viejo de
Sarapiquí, Ruta Nacional # 4**



Abstract

This report contains the results of the creation of a cost control tool developed by Microsoft Access®, the results that are possible to obtain by making use of it and a brief description of the use and handling of the tool are presented.

The tool is used in the bridge rehabilitation project on the Sarapiquí River, National Route # 4 consists of an intervention of sub and super structure, however the activities discussed are reinforcing steel, the project creating access and conditioning and protection of a slope.

The developed tool allows the engineer in charge of the project in different fields of construction meet the actual cost of the activities carried out, the material still has, among others, so you can take decisions that are required on the course of the project.

The use of the tool for future projects allows the engineer to know indirectly yields, costs and project delivery times, so also will allow you foresee them in the best way in upcoming projects.

Keywords: control, cost, database, construction.

Resumen

El presente informe contiene los resultados de la creación de una herramienta de control de costos elaborada por medio de Microsoft Access®, se presentan los resultados que son posibles obtener haciendo uso de la misma así como una breve descripción del uso y manejo de la herramienta.

La herramienta se utiliza en el proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí, Ruta Nacional #4 y consiste en una intervención de la sub y súper estructura. Sin embargo, debido a atrasos en el proyecto, por la falta de permisos ambientales y administrativos, así como en la toma de decisiones sobre los materiales a utilizar en actividades específicas, se decidió analizar las actividades de doblado de acero, creación de accesos del proyecto y acondicionamiento y protección de un talud.

La herramienta desarrollada le permite al ingeniero a cargo del proyecto, en distintos ámbitos de la construcción conocer el costo actual de las actividades ejecutadas, el material que aún dispone, para así tomar las decisiones que sean requeridas en el transcurso del proyecto.

El uso de la herramienta en proyectos futuros le permite al ingeniero conocer de manera indirecta rendimientos, costos y tiempos de ejecución de las actividades, por lo que además le permitirá preverlas de la mejor manera en próximas estimaciones.

Palabras claves: control, costos, bases de datos, construcción de puentes

Control de insumos, personal y avance de obra para el proyecto "Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí" Puerto Viejo de Sarapiquí, Ruta Nacional # 4

Control de insumos, personal y avance de obra para el proyecto "Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí" Puerto Viejo de Sarapiquí, Ruta Nacional # 4

ROBERTO CASTRO SÁNCHEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Enero de 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo	3
Introducción	5
Marco Teórico	7
Objetivos	7
Metodología	13
Resultados	19
Análisis de los resultados	25
Conclusiones	32
Referencias	33
Apéndice	34
Anexos	51

Prefacio

Como parte de la carrera de Ingeniería en Construcción, se busca crear un perfil de ingeniero con la capacidad crítica y analítica de tomar decisiones en los proyectos en que participa, considerando que en su desarrollo profesional deberá realizar un manejo detallado de información relacionada al control de costos de construcción se plantea la idea de elaborar una herramienta que le permita el manejo de dicha información. El poseer las herramientas necesarias en la ejecución de proyectos le permite un manejo detallado, actualizado e inmediato de cómo este se desarrolla, permitiendo al responsable de la obra tomar las decisiones correctas en el momento adecuado y así evitar costos adicionales en reparar lo que pudo no ser un problema.

El desarrollo de una herramienta que permita manejar de forma detallada los costos en proyectos de rehabilitación y ampliación de puentes como la que se muestra en este proyecto, permitirá a Constructora MECO llevar ventaja en el manejo de costos de proyectos de esta índole, así también en la estimación de costos de actividades esenciales que estos implican, en especial la estimación de materiales y recurso humano necesarios.

El control de costos de todo proyecto cobra importancia en todo momento, desde la planificación de la obra, en mayor parte durante la ejecución y sobre todo al momento del cierre del mismo, momento en el cual se evalúan los resultados de la obra, se comparan los costos reales contra los estimados. Si bien es cierto el control de costos toma mayor importancia durante la ejecución, que es cuando se deben de tomar la mayor cantidad de decisiones a fin de contrarrestar los errores de ejecución y planificación, sin embargo en la primera etapa, de planificación, se deben prever todos los posibles inconvenientes que comúnmente se presentan.

El desarrollo de este proyecto toma vital importancia en la implementación de una herramienta de control que permita al ingeniero

residente verificar y comparar los costos que se asignan al proyecto al momento de elaborar la oferta de licitación, para así comparar estos contra los realmente ejecutados. Constructora MECO cuenta con el sistema de administración de proyectos SAP, mediante el cual se asignan los costos que conlleva la ejecución del proyecto, sin embargo estos no son clasificados de acuerdo a las actividades en que se sub divide el proyecto, es por esto que la herramienta de control de costos presenta dicha facilidad al momento de la ejecución del proyecto. Adicional a esto, con el uso de los datos reales medidos en campo, se puede implementar la creación de tablas de rendimiento, por medio de la elaboración de consultas específicas elaboradas por medio de dicha herramienta. Adicional a esto, la herramienta permite un control ordenado de los costos en aquellos proyectos en los cuales no se tiene conexión a la red de internet de la empresa, ya que sólo por medio de una conexión directa a esta red se puede hacer uso del SAP ¹ para así verificar los costos del proyecto.

Otra de las facilidades que da la herramienta es llevar un control detallado de entradas y salidas de bodega, con el fin de facilitar los inventarios que se solicitan de manera mensual durante el desarrollo del proyecto.

Al final del proyecto se presentan una serie de informes y resultados que se pueden obtener por medio de tal herramienta, los cuales, en algunos casos, son requeridos para la toma de decisiones e intervenciones requeridas, de igual forma con la realización de este proyecto se pueden comparar los costos a la fecha por actividad.

¹ Herramienta de uso interno Constructora MECO S.A.

Así mismo quiero agradecer a cada uno de los que me acompañaron en este proceso para culminar con mi carrera, especialmente a mis padres, que fueron el pilar fundamental y motivacional para llegar hasta acá, además a mi profesor guía Ing. Sergio Fernández por su comprensión y consejos y críticas constructivas con el fin de mejorar en todo momento el proyecto. De la misma manera agradecer al Ing. Benjamín Meneses de Constructora MECO quien en todo momento me brindó la oportunidad y facilidades para poder realizar la práctica en la Rehabilitación del Puente sobre el Río Sarapiquí

Resumen ejecutivo

Costa Rica es un país, que por su extensión territorial y características paisajísticas; de montañas, ríos y valles, su desarrollo y comercio se efectúa principalmente mediante el uso de las principales vías terrestres, las cuales cuentan con un gran número de puentes. Dichos puentes han carecido por un periodo mayor a veinte años de las labores adecuadas de mantenimiento. Sumado a esto, muchos de ellos no cumplen con los requerimientos de diseño estructural y geométrico que demandan los flujos vehiculares actuales. Dadas estas circunstancias el país da inicio a un proceso de rehabilitación, mantenimiento y ampliación de un importante número de puentes los cuales requieren de intervención inmediata, para así evitar cierres parciales de estas vías a falta de las intervenciones requeridas.

Ante esto, y debido a que el país no cuenta con una importante cantidad de estudios relacionados con el tema de mantenimiento y rehabilitación de puentes, es que se procede a la elaboración de un mecanismo por el cual se pueda obtener datos reales de las actividades que implica la rehabilitación de puentes. El propósito del proyecto es la obtención de rendimientos de actividades propias del mantenimiento y rehabilitación relacionadas con las ejecutadas en el proyecto Rehabilitación del Puente sobre el río Sarapiquí, Ruta Nacional No. 4, Sección: Las Vueltas de Horquetas – Puerto Viejo de Sarapiquí, producto de la Licitación Pública No. 2012LN-000016-0DI00.

Por medio de un estudio elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se determinó que al menos veintinueve puentes se encuentran en estado de emergencia con necesidad de intervención, de estos se seleccionaron los diez puentes en condiciones de extrema importancia de ser intervenidos. Dentro de ese grupo de diez puentes se encuentran el puente en el cual se desarrolla el presente informe. El informe elaborado por JICA contiene un lineamiento y recomendación de la

intervención mínima requerida en estos diez puentes. Los puentes son clasificados de acuerdo a sus características y de acuerdo a esto se propone el lineamiento de intervención requerido para dicho puente.

Dado que la empresa Constructora MECO se caracteriza por ser líder regional en el área de infraestructura civil, requiere contar con datos lo más aproximados a la realidad, de esta manera en proyectos futuros tendrá mayor capacidad de competir ante empresas que actualmente tampoco cuentan con estos datos, de modo que podrá ofertar mejores precios dando, o incluso asumir los costos totales de manera que la empresa no vaya a obtener un déficit en la ejecución del proyecto.

Los proyectos de construcción, sin importar la índole de estos, significan un costo importante en la economía del contratista, ya sea una vivienda unifamiliar, una edificación, un puente, una carretera, entre tantos otros, sin embargo igual de importante es para la empresa constructora recibir los ingresos, optimizar los recursos y realizar un trabajo de calidad garantizando el menor impacto ambiental y de seguridad laboral en la ejecución de los trabajos. Es por esto que se debe dar importancia al aspecto del control de costos de proyectos de construcción con el fin de controlar de la mejor manera posible el costo del proyecto en el que se trabaja.

Esta herramienta brinda al ingeniero residente del proyecto la posibilidad de llevar su propio control de los costos de manera más detallada, Constructora MECO al convertirse en una empresa de gran magnitud se ha sub dividido en Unidades Estratégicas de Negocios (UEN), dentro de las cuales se encuentran maquinaria, agregados, asfaltos, concretos, proyectos y administrativo; por lo que dependiendo de las necesidades del proyecto se debe trabajar con la UEN requerida. Dichas unidades remiten los costos a la unidad administrativa quien los carga al proyecto asociado, de esta manera el ingeniero

conoce el costo global que hasta determinada fecha de corte se ha incurrido en el proyecto, pero, no tiene la facilidad de controlar que actividades son las que están generando mayor costo.

Como parte del desarrollo de la práctica profesional se planteó lograr una herramienta que almacene una base de datos de las actividades ejecutadas durante el proyecto, de igual forma se estableció un mecanismo de control de horas hombre, alquileres, maquinaria y materiales solicitados en el proyecto.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se elaboró la herramienta de control por medio del programa Access 2010 de Microsoft®, la cual permite al usuario almacenar de manera fácil, ordenada y clasificar los datos, con lo cual a futuro puede desarrollar consultas e informes relacionados con el proyecto en específico.

La herramienta de control le permite al usuario conocer los gastos acumulados del proyecto, así como la clasificación de costos de acuerdo a las actividades realizadas. Con estos datos tomados de los informes elaborados por la herramienta y un pequeño análisis de labores realizadas se puede conocer el comportamiento a corto plazo de los costos de cada actividad, permitiendo al ingeniero la toma de decisiones tempranas.

Por medio del uso de la herramienta de control de costos elaborada, el usuario tendrá la capacidad de conocer de manera detallada los costos en que se incurrió en la finalización de una actividad o del proyecto como un todo.

Con la realización del presente proyecto, pese a que se logra emplear la herramienta de control de costos en pocas actividades, se logra alcanzar el objetivo de realizar una clasificación de costos más analítica, permitiendo conocer qué porcentaje del costo total de la obra se ha ejecutado, y en forma limitada en qué actividades ha sido ejecutado. Se puede rescatar que por medio del uso de tal herramienta se podrán elaborar tablas de rendimiento en actividades ejecutadas durante el proceso de rehabilitación del puente en estudio, en actividades importantes como reforzamiento por medio de fibra de carbono, ampliación de elementos de concreto, sustitución de elementos de acero, entre otros.

Introducción

El control de costos en proyectos de construcción le brinda al ingeniero la capacidad de tomar decisiones tempranas en la ejecución del proyecto. Si este control no es llevado adecuadamente puede incurrir en sobrecostos, en dado caso de que una o varias actividades se salgan de lo planeado de acuerdo a la planificación del proyecto (Artavia, 2013).

Por tanto, la ejecución de este proyecto brinda una herramienta de control de obra, en lo referente a los costos que se incurren por materiales, mano de obra y alquileres. La herramienta está pensada para un uso directo en el sitio del proyecto, la misma sirve como un complemento al sistema operativo que utiliza la empresa para el control global de sus proyectos. Por medio de esta herramienta se le facilita al ingeniero residente de un proyecto llevar su propio control con el fin de compararlo con aquellos asignados al SAP.

Como parte de las facilidades que brinda la herramienta de control elaborada están, el manejo de costos por actividades o tareas asignadas, incluso se puede agrupar de acuerdo al renglón de pago del cartel de licitación, control de horas hombre por actividad y los recursos asignados a las actividades.

A través de este informe se presenta la importancia que conlleva el control de costos en los proyectos de construcción, se presenta el uso de la herramienta de control de obras elaborada, el cual permite conocer qué porcentaje de los costos se cargan a cada actividad.

Una de las principales razones por lo cual el proyecto toma importancia, es debido a que la rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí es de los primeros proyecto en ejecución dentro del estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), en el cual se seleccionaron diez principales puentes a intervenir de vital importancia en las principales rutas nacionales, por tanto el manejar datos y costos de proyectos constructivos de carácter similar facilita los procesos de estimación de

costos en proyectos futuros, esto, ya que dentro del estudio realizado por JICA se realiza una clasificación en función de la intervención requerida en cada uno de los puentes, presentando al menos seis proyectos con características similares a la rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí, dentro de las similitudes que se pueden citar están el recrecido de elementos de concreto, sustitución de elementos de acero, reforzamiento con fibra de carbono, incremento de fundaciones con pilotes, por citar las más importantes.(JICA, 2007)

Dentro de los objetivos planteados en el desarrollo del proyecto está además la elaboración de tablas de rendimiento para aquellas actividades o procesos constructivos en los cuales no se cuenta con suficientes datos o con la información necesaria para la ejecución de las mismas, pero, debido a que el proyecto se vio paralizado ante distintas causas se optó por la incorporación de datos teóricos de estos rendimientos a la herramienta a fin de comparación, en caso de obtener datos significativamente distintos al ejecutar dichas tareas lo recomendable es realizar las modificaciones que se consideren pertinentes.

Por las razones mencionadas anteriormente se decide realizar la herramienta de control a través de Access, por la facilidad que brinda para el almacenamiento y manejo de los datos que se le incorporan. El control de costos del proyecto se hará a través de un adecuado control de boletas de los insumos, boletas que serán acorde a las características de la herramienta y así facilitar el manejo de datos.

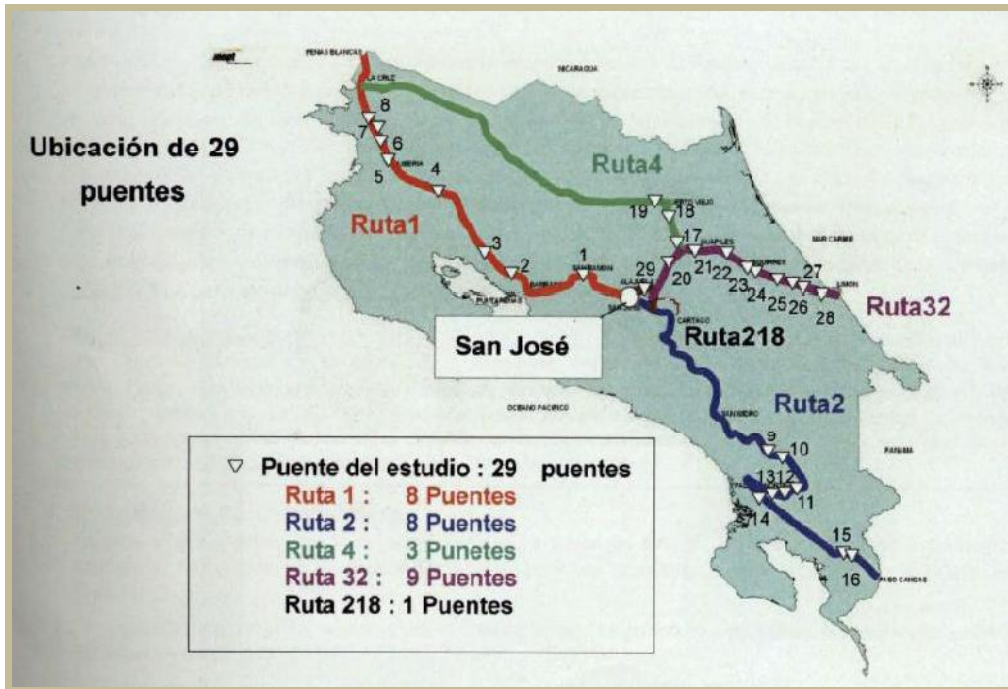


Figura 1. Ubicación de los 29 puentes recomendados a ser intervenidos (JICA, 2007)

El proyecto en el cual se desarrolla y prueba la herramienta es la Rehabilitación del Puente sobre el río Sarapiquí, Ruta Nacional N°4, Sección: Las Vueltas de Horquetas – Puerto Viejo de Sarapiquí, otorgado a la empresa Constructora MECO mediante la Licitación Pública No.

2012LN-000016-ODI00, con un plazo de ejecución de 200 días. Dicho proyecto se encuentra catalogado dentro del área de mantenimiento y rehabilitación de puentes, dadas las actividades que implica su intervención

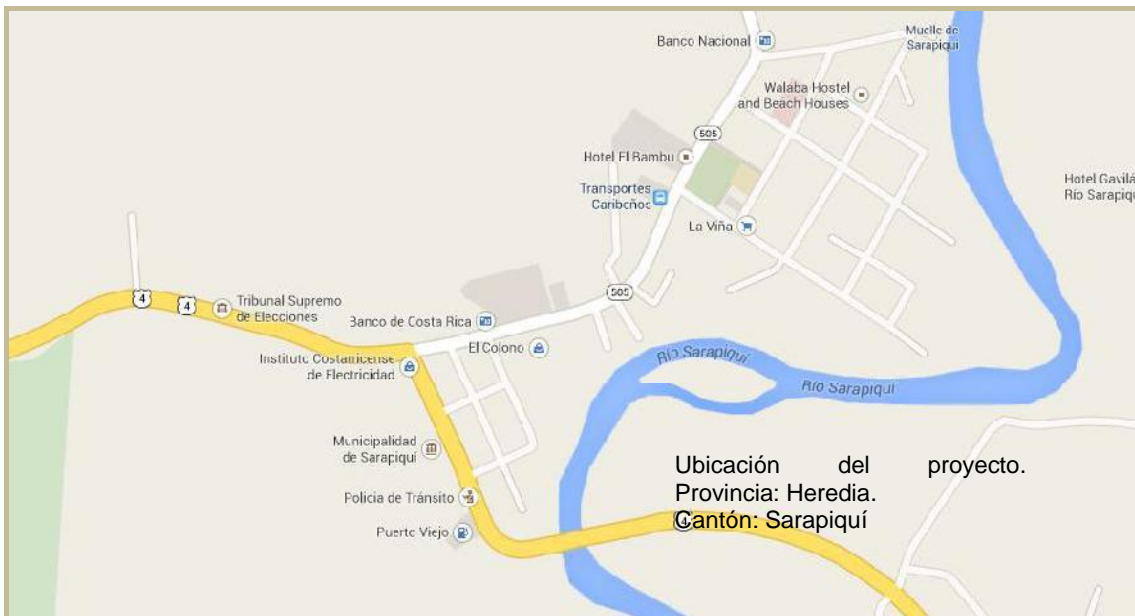


Figura 2. Ubicación espacial del proyecto en estudio. (Fuente: Google Maps)

Objetivos

Objetivo General

- Establecer un mecanismo para el control de la mano de obra, equipos, materiales, entre otros de la empresa Constructora Meco S.A., con el fin de optimizar los recursos necesarios para la rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí.

Objetivos Específicos

- Crear una herramienta que permita el control en la construcción de obras de puentes desde el punto de vista de control de materiales, costos y avance de obra por tipo de actividad.
- Comparar los costos presupuestados y reales por actividad en los procesos de rehabilitación de puentes del proyecto, considerando rendimientos y productividad de los involucrados en el proyecto.
- Medir los rendimientos de las actividades relacionadas con la rehabilitación del puente y las actividades que este implica.
- Implementar las herramientas en el proyecto de rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí para comprobar su adecuado funcionamiento.

Marco Teórico

Se presenta el siguiente marco teórico de acuerdo a las características del proyecto, enfocado en el control de obra, características de la administración vial del país, las características del programa de Microsoft Access®, esto con el fin que el lector tenga la claridad necesaria al efectuar la revisión del presente documento.

Control de costos constructivos

El tema de control de costos constructivos de este proyecto se enfoca en el manejo de personal, materiales y maquinaria principalmente, en menor grado se abarca lo referente al costo de alquiler de equipos de construcción a fin de evaluar al final del proyecto en construcción si es rentable el alquiler o la adquisición del mismo.

De manera inicial cabe resaltar que el control de costos se realiza en todas las fases que componen un proyecto constructivo, dadas las características de la empresa Constructora MECO S.A., el control inicia desde el momento en que se concibe participar en la licitación, seguido de la cotización, planificación, ejecución y cierre del proyecto. Sin embargo los proyectos constructivos se caracterizan por iniciar por la idea o necesidad de un cliente; en este caso CONAVI; elaboración de un anteproyecto, diseño, trámites, construcción, inspección, puesta en operación y mantenimiento, tal y como se muestra en la Figura 3.

Finalidad del Control de Costos

El control de costos se realiza con el propósito de comparar los costos que se pretende gastar contra lo que realmente termina costando el proyecto (Artavia, 2013), de esta manera se

logran identificar las diferencias, se toman decisiones tempranas y con base en las proyecciones estimar el costo final del proyecto cuando este aún no esté pronto a finalizar.



Figura 3. ¿Dónde se realiza control de costos? (Artavia, 2013)

Consideraciones del control de costos

El control de costos en proyectos de construcción ejecutados en la administración pública, es decir, instituciones públicas, se caracteriza por el pago o cobro de retenciones, multas, adelantos y garantías, entre otras, todos estos aspectos condicionan el flujo de dinero del proyecto, estos deben ser siempre considerados a fin de mantener un flujo de caja y así continuar con los trabajos respectivos del proyecto en ejecución.

Retenciones

Corresponde a un porcentaje, previamente definido por la administración del proyecto en el cartel de licitación, esto se aplica sin excepción a los trabajos realizados, por lo que la empresa a cargo de la ejecución del proyecto, deja de percibir ese porcentaje correspondiente a los ingresos facturados periódicamente, las retenciones cumplen con un plazo de tiempo

para ser reintegrado a la empresa constructora. (Chavarry, 2010)

Multas

Las multas representan un porcentaje del monto a pagar hasta la totalidad del monto de la actividad en cobro, se aplican cuando la empresa constructora no cumple con lo estipulado en el contrato del cartel, dentro de las causas por las que se puede aplicar es utilizar materiales de menor calidad, no cumplir con los requisitos mínimos establecidos, usar materiales distintos a los definidos, entre otros. (CONAVI, 2013)

Garantías

Los proyectos de construcción ejecutados al estado, principalmente, se caracterizan por que las empresas interesadas en concursar en la ejecución del proyecto deben de cancelar un monto estipulado para participar en la licitación, a esto se le conoce como garantía de participación y puede ser un monto establecido o un porcentaje del costo total de la oferta presentada al proyecto en concurso.

La empresa que es adjudicada a la ejecución del proyecto debe cancelar un monto al que se le llama garantía de cumplimiento, esta consiste en un monto con el que la empresa se compromete a concluir el proyecto de acuerdo a lo pactado en el contrato, esta garantía es reintegrada a la empresa constructora una vez que la administración determine que la empresa cumplió con lo solicitado, en plazo y calidad; a esto se le conoce como entrega formal del proyecto. (Artavia, 2013)

Cartel de licitación

Todo cartel de licitación debe ser sujeto a aprobación por parte de la Contraloría General de la República, por lo que para un mejor entendimiento de qué es, lo define de la siguiente manera:

El cartel es el documento en el cual la Administración que va a contratar un bien, obra o servicio, incorpora las reglas específicas que van a regir para esa contratación en particular.

“En el cartel se debe indicar qué es lo que se va a contratar, cuáles son las reglas para seleccionar a la mejor oferta, así como el

esquema de los derechos y obligaciones para la Administración y el futuro contratista.

En su elaboración la Administración debe solicitar el cumplimiento de todos aquellos aspectos sobre los que tenga una justificación adecuada, para pedirlos así.”

(Contraloría General de la República, 2014)

Consejo Nacional de Vialidad

Conocido como CONAVI por abreviación, nace como un consejo de ayuda al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) con la finalidad de garantizar el bienestar y desarrollo del país, mediante la sostenibilidad de la red vial nacional, a través de contratación a terceros que garanticen los estándares óptimos de operación mediante un proceso de mejora continua. (CONAVI, 2013)

Dentro de los objetivos con que se dio la creación de CONAVI se pueden mencionar los siguientes:

- Planear, programar, financiar y ejecutar la conservación y construcción de la red vial nacional.
- Ejecutar las obras mediante la contratación de los servicios y suministros requeridos, para el proceso de conservación y construcción de la totalidad de la red vial nacional.
- Fiscalizar la ejecución correcta de los trabajos, incluyendo el control de calidad.
- Suscribir contratos o prestar los servicios necesarios para el cumplimiento de sus objetivos y funciones.

Boletas de requisición

Este es un documento que respalda y garantiza los movimientos de material de bodega, ya sea por entrada o salida, la idea de la misma es contar con una garantía de quien o quienes hicieron uso de un determinado material y bajo la responsabilidad de cual encargado, para lo mismo es común solicitar firmas a quien se le entrega el material. (Artavia, 2013)

Orden de compra

Se realizan ante la necesidad de un determinado insumo para el proyecto, las órdenes de compra

se realizan tanto para alquiler de maquinaria, compra de materiales o alquileres.

Previo a su aprobación deben de ser sujetas al análisis por parte de la UEN administrativa de la empresa Constructora MECO, sin aprobación por parte de esta unidad los materiales no son despachados al proyecto.

Utilidad del proyecto

Es el monto que se asume como ganancia por parte de la empresa constructora, es el monto que no fue utilizado en la ejecución del proyecto pero que sí fue contemplado en la oferta. Inicialmente toda empresa concursada con un porcentaje determinado para la ejecución del proyecto, sin embargo la mentalidad de todo ingeniero a cargo de un proyecto es aumentar dicha utilidad y generar mayores ganancias a la empresa con la que trabaja.

Las utilidades se mejoran por muchos métodos, entre los principales está una adecuada planificación del proyecto, optimización de los recursos y procesos, así como una adecuada negociación con los proveedores de las materias primas y de esta manera disminuir el costo ofertado.

Reajustes

El reajuste consiste en traer a valor presente el monto que fue ofertado inicialmente en la licitación del proyecto. Dado que en Costa Rica el inicio de la gran mayoría de proyectos de construcción se ven frenados ante la compleja tramitología ante diversas instituciones encargadas de otorgar los permisos de construcción algunos proyectos pueden tomar más de un año en iniciar como procede, sin embargo este porcentaje se aplica hasta que una vez haya sido colocado o entregado la tarea que depende de dicho material, por lo que el reajuste se aplica hasta el momento en que la entidad administrativa apruebe la misma.

Los reajustes son generados por medio del Ministerio de Hacienda la cual se encarga de generar tales valores para los materiales implicados en el proyecto.

Bases de datos

Las bases de datos consisten en tablas en donde se almacena información de manera clasificada y ordenada, tienen la facilidad de permitirle al usuario conocer de forma rápida la información que realmente le interesa con simples pasos.

Para la creación de bases de datos existen un grupo importante de sistemas estadísticos para las mismas, sin embargo Access y Excel de Microsoft son las más conocidas debido a las facilidades que ofrecen para el trabajo sin necesidad de entrar en aspectos de programación avanzada.

Access es una de las herramientas mayormente usadas a causa de que es creada principalmente con la finalidad de funcionar como base de datos, dando grandes ventajas al usuario. (Gómez, 2014)

De manera simple, por medio de una base de datos, se pueden correlacionar una importante cantidad de datos desde distintas tablas.

Las tablas son la base fundamental de una base de datos, a través de estas se realizan, por medio de sistemas como Access, lo referente a consultas y elaboración de informes previamente definidos.

Los informes y consultas se caracterizan por realizar una reagrupación de datos con una característica en común.

Dentro de las características de una base de datos se pueden mencionar las siguientes:

- Optimización de consultas complejas.
- Respaldo y recuperación.
- Redundancia mínima.
- Integridad de datos.

Rehabilitación de puentes

El principio general de la rehabilitación de puentes consiste en aumentar la vida útil de la estructura, en muchas ocasiones la estructura ha cumplido con el período de diseño para el cual fue construido, además de eso deja de cumplir con las solicitudes estructurales para

las cuales es sometido a diario en su funcionamiento.

Ante estas circunstancias se da inicio al trabajo en procesos de rehabilitación de puentes, con el fin de mejorar la funcionalidad de la estructura evitando sobrecostos en la demolición y construcción de una nueva estructura. (JICA, 2007)

Dentro de las principales acciones a realizar en estos procesos se incluyen el mejoramiento de la sub y superestructura, para lo cual se desarrollan las actividades mencionadas a continuación.

Rehabilitación de la subestructura

La subestructura corresponde a los elementos del puente que transmiten la carga de manera directa al suelo. Dentro de los casos que normalmente se presenta en un puente para que requiera de trabajos de rehabilitación son colapso del talud alrededor del bastión y socavación alrededor de las fundaciones, ya sean pilas o bastiones.

Ante estos problemas se recurre en el incremento de la fundación de los elementos, por lo general implica la hincada de pilotes y el recreado de elementos de concreto. Con el fin de evitar el deterioro de los elementos de concreto, a causa del arrastre de materiales, es común crear un cerramiento perimetral de la fundación haciendo uso de tablestaca.

Como método para el incremento de las secciones del puente lo que se procede es a crear una superficie de anclaje rígida entre el concreto existente y el que se coloca, esto se realiza por medio de la perforación del concreto haciendo uso de taladros rotomartillo, en la perforación se colocan anclajes por medio de barras de acero las cuales se adhieren por medio de epóxicos de alta capacidad en tensión como en tracción. Una vez que el anclaje ha desarrollado su resistencia se procede con la colocación del acero de refuerzo para el incremento de los elementos.

Es común, debido a los problemas de socavación que se da en los puentes a causa de las corrientes que estos presentan, realizar posterior a la hincada de pilotes, la colocación de piedra bola, cercana a un metro de diámetro, como relleno del sector socavado, a esto se le adiciona un concreto autocompactante de

manera que se forme un cuerpo rígido alrededor de la fundación.

De igual forma, en caso de que las pilas, que son las que depositan la carga en la fundación del puente requieran el incremento de secciones, se procede por medio de anclajes entre el concreto existente y el nuevo, así como la colocación del acero longitudinal y transversal requerido.

Estas actividades son las que principalmente se realizan como parte de los trabajos de rehabilitación en puentes tipo marco rígido de concreto, aquellos puentes cuya subestructura se componga de miembros de acero recurren a sustitución de los elementos de acero que estén dañados por corrosión o fatiga. (JICA, 2007)

Los elementos dañados por fatiga se identifican por medio de las deformaciones que se generan en la sección transversal del elemento, en cuanto a los dañados por corrosión estos se determinan después de realizar el proceso de Sandblasting, esta actividad elimina la corrosión de aquellos elementos de acero que la presenten más de un treinta por ciento de pérdida en la sección transversal. La sustitución de estos elementos se puede realizar de manera parcial o total, para crear la unión entre los nuevos elementos y existentes se puede realizar por medio de soldadura o con uniones apernadas.

Rehabilitación de la superestructura

Los elementos que componen la superestructura de un puente corresponden a las vigas principales, losa o superficie de rodamiento, así como los elementos menores de arriostramiento entre vigas.

Los daños que comúnmente se presentan en esta sección del puente corresponde al agrietamiento y pérdida de sección transversal de la losa, corrosión y/o deformación de las vigas principales, pérdida de elementos de arrioste entre vigas, desmoronamiento de en vigas de concreto, pérdida de las restricciones en los apoyos de las vigas principales.

Para cada una de las actividades mencionadas anteriormente se procede con distintos mecanismos de corrección. Con respecto a las losas de puentes, estas generalmente presentan agrietamientos causados por fatigas o sobrecargas, este agrietamiento causa permeabilidad en el

concreto de la losa, causando corrosión en el acero de refuerzo. Ante esto, la solución que generalmente procede es la inyección de epóxicos de baja densidad, con el fin de rellenar de forma completa las grietas existentes. Otro de los casos comúnmente observados en losas son deformaciones sobre las vigas principales a causa de malas prácticas constructivas, en este caso lo que generalmente procede es la sustitución tanto de la losa como de las vigas principales, aprovechando los elementos de la subestructura para la instalación de los nuevos elementos.

Como parte de los problemas que presentan las losas en puentes, está el que no cumple con los requerimientos de diseño estructural que requiere el puente, como solución a esto está el incremento de la sección transversal de la losa, sin embargo esta medida agrega una importante carga muerta a la estructura del puente y requiere un proceso constructivo complejo, es por esto que otra práctica que se recomienda utilizar es el reforzamiento por medio de fibra de carbono, este sistema de alta tecnología evita agregar importantes sobrecargas al puente y logra alcanzar la resistencia y rigidez del anterior método, sin embargo dicha solución presenta un sobrecosto en el material, pero ahorra y facilita el proceso de intervención a la losa.

La intervención en las vigas del puente es el otro aspecto a considerar en la rehabilitación de la superestructura, como parte de los problemas que comúnmente presentan las vigas está la corrosión, fatiga y agrietamiento en elementos de acero. En cuanto a vigas de concreto se trata el desmoronamiento de concreto, corrosión del acero de refuerzo y agrietamiento de las mismas.

La manera de proceder en vigas de acero es realizar un Sandblasting a la totalidad de las vigas, sustituir aquellos elementos o secciones en donde la pérdida de sección transversal sea mayor al permitido en las normas de diseño. Luego de realizar el Sandblasting de las vigas de acero éstas deben ser pintadas haciendo uso de materiales anticorrosivos. Los elementos de acero que sean sustituidos deben ser colocados por medio de soldadura y uniones pernadas.

Al igual que en las losas es común que las vigas no cumplan con el requerimiento de diseño estructural para los nuevos flujos vehiculares, en algunas ocasiones se puede proceder a agregar nuevas vigas a las existentes, de esta manera se alivianan las

cargas que recaen en cada una, sin embargo dicha práctica no es posible en una mayoría de ocasiones, por lo cual se procede a la adición de elementos pos-tensados que aumenten la capacidad en flexión de las vigas. Dichos pos-tensados se pueden realizar por medio de barras de acero o a través de torones, de acuerdo a las características del puente es que se selecciona cada uno de estos métodos.

Las vigas de concreto proceden de manera distinta, para este tipo de viga lo recomendable es la colocación de franjas de fibra de carbono, esto permite a la viga aumentar su capacidad de flexión y cortante sin necesidad de aumentar la sección transversal de los elementos, reduciendo el total de cargas muertas.

Metodología

El presente proyecto está elaborado con dos énfasis, el primero consistió en realizar el control de costos de las actividades efectuadas en el proyecto de rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí, como segundo énfasis está la elaboración de rendimientos relacionados específicamente con actividades y procesos de rehabilitación de la estructura.

El primer punto, control de costos, se efectuó en dos partes, primeramente crear un método de control del flujo de material hacia los distintos frentes de trabajo, esto se logró por medio de boletas de control de personal, material, maquinaria y demás, la segunda parte fue elaborar una herramienta que permita analizar y procesar los datos tomados en campo.

Para el análisis de costos del proyecto se elaboró una herramienta haciendo uso del software Access de Microsoft® utilizado para la elaboración de bases de datos, la cual se compone de consultas, informes y tablas de entrada de datos a fin de ofrecerle al usuario toda la información requerida para el manejo de información y la toma de decisiones tempranas. (Ver Apéndice 1 Manual de uso de la herramienta de control de costos por medio de Access 2010)

Como complemento de la herramienta se elaboraron boletas de entrada y salida de material al proyecto (Apéndice 2 Boletas de campo para el control de insumos y personal del proyecto rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí), de igual forma boletas de control de las horas hombre en la ejecución del proyecto. Tales boletas eran de uso diario para el manejo de personal, en cuanto a las relacionadas al manejo de materiales y demás se confeccionan de acuerdo con la entrada del material o salida del mismo de bodegas.

Haciendo uso de las boletas de control en campo y de la herramienta de control de costos, se logró determinar de manera más precisa los flujos de material efectuados hacia cada uno de los frentes de trabajo, de esta manera se conoce el monto específico de cada actividad respecto a esta clasificación.

Elaboración de la herramienta de control

La herramienta de control de costos se elabora por medio de Access debido a la funcionalidad de la herramienta en el almacenamiento de datos clasificados. La clasificación de los datos se hizo de acuerdo a las características que presentó el proyecto, maquinaria, personal, materiales, así como lo referente al alquiler de equipos, viáticos y cargas sociales.

Para un mejor manejo de los datos se agregó a la herramienta un formulario de control por medio del cual se consultaban aspectos relacionados al proyecto, ya fuera de manera global o por actividad realizada en el proyecto.

Definición el control de costos realizado

Antes de dar inicio con la elaboración de la herramienta de control se aclararon los aspectos del proyecto que en realidad interesaba controlar, para este caso en particular se buscó elaborar el control de costos en cuanto a personal, maquinaria y materiales que intervinieron en la ejecución de las actividades estudiadas. La razón de haber elaborado el control de estos tres aspectos radica principalmente en las características con que se elaboraron las memorias de cálculo que permitieron la contratación del proyecto ante CONAVI, de esta manera se compararon los costos referentes a cada uno de estos ítems. Una vez que se definió esto, se establecieron cuáles aspectos son los que influyen en cada uno de los ítems y si estos están correlacionados entre sí. Por ejemplo, hay relación directa entre el personal asignado a cada actividad, las horas hombre trabajadas, el cargo por el cual fue contratado y el costo por hora de cada trabajador, el efectuar esta relación permite conocer el costo en ejecutar determinada actividad en cuanto a personal, es de esta manera que se procede a la elaboración de las

distintas tablas de clasificación de datos en la herramienta de control en Access.

Tal y como se muestra en la Figura 4, el proceso con que se efectuó el proyecto siguió el siguiente desglose, toma de datos en campo,

almacenamiento en la herramienta de control por medio de los formularios que se muestran en el menú de inicio, así como la realización de consultas e informes que brinden la información requerido.

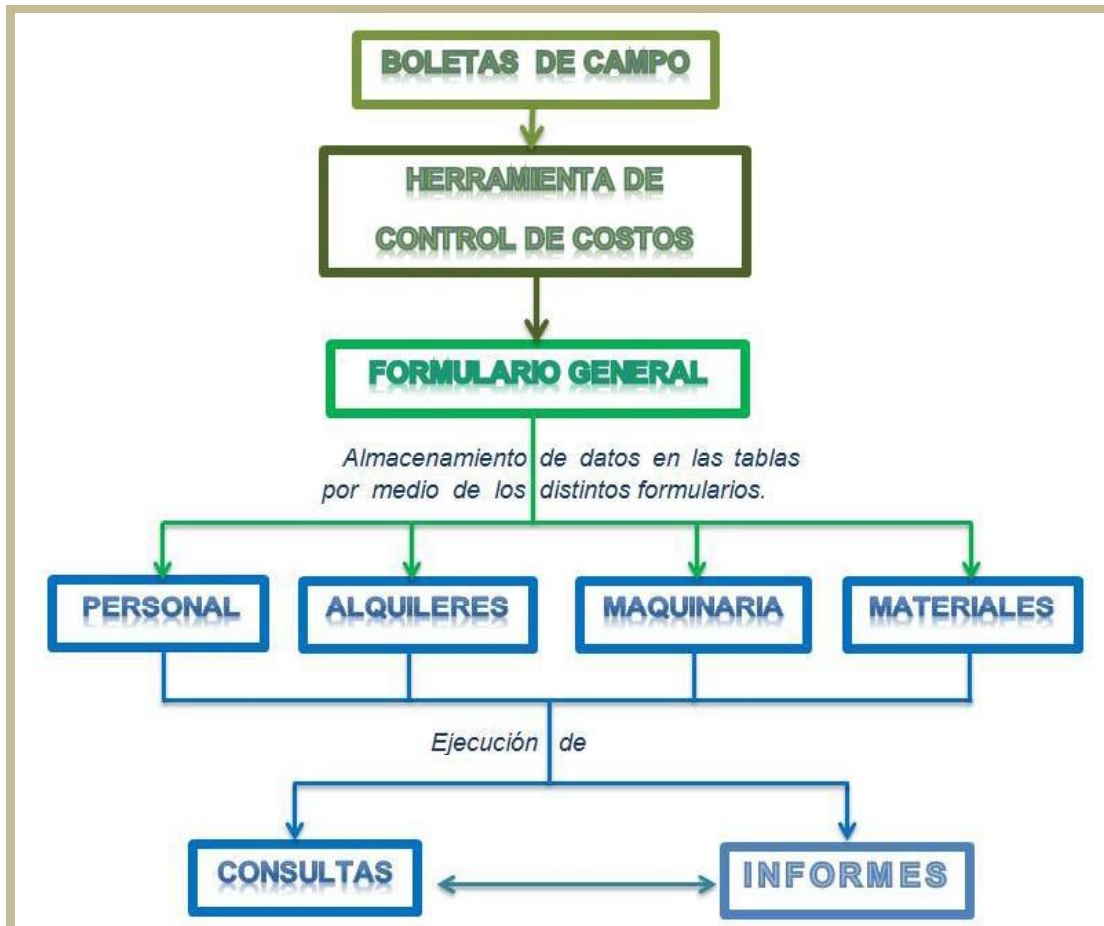


Figura 4. Procedimiento para el almacenamiento de información de campo hacia la herramienta de control de costos. (Autor, 2014)

Tablas y consultas de trabajo

Las tablas de trabajo son la base de almacenamiento de los datos ingresados en la herramienta, por tanto debieron definirse adecuadamente los elementos que interesa controlar. Para dicho proyecto los factores considerados fueron los costos asociados a material, personal y maquinaria.

La asociatividad con que se generaron las tablas le facilitan al usuario conocer quién dispuso de los recursos, en qué fueron usados y cuando fueron procesados o solicitados del almacén, de

esta manera tal y como se muestra en la Figura 5, los datos procesados eran clasificados para cada una de las actividades ejecutadas.

Dentro de las funcionalidades que presentan el haber clasificado de esta manera las tablas de trabajo, está el permitirle al usuario de la herramienta elaborar, a través de las distintas consultas, que permite realizar la herramienta, datos de rendimiento de las actividades que fueron ejecutadas a vayan a ser ejecutadas.

Adicional a esto, basados en las consultas que se diseñaron, se conoce el monto total del proyecto, permitiendo clasificarlo por actividad o por ítem.

Algunas de las tablas que tienen mayor importancia, debido a las relaciones que se establecieron entre ellas, son las de Costo Hora y Códigos de Materiales. En estas tablas se definieron aspectos que no variaron durante el desarrollo del proyecto, las características que

presentan es la unidad de medición, en el caso de los costos hora presentan los relacionados con maquinaria y personal, lo mismo los códigos de materiales, se define el costo por unidad de medición, ya sea un costo unitario o global.

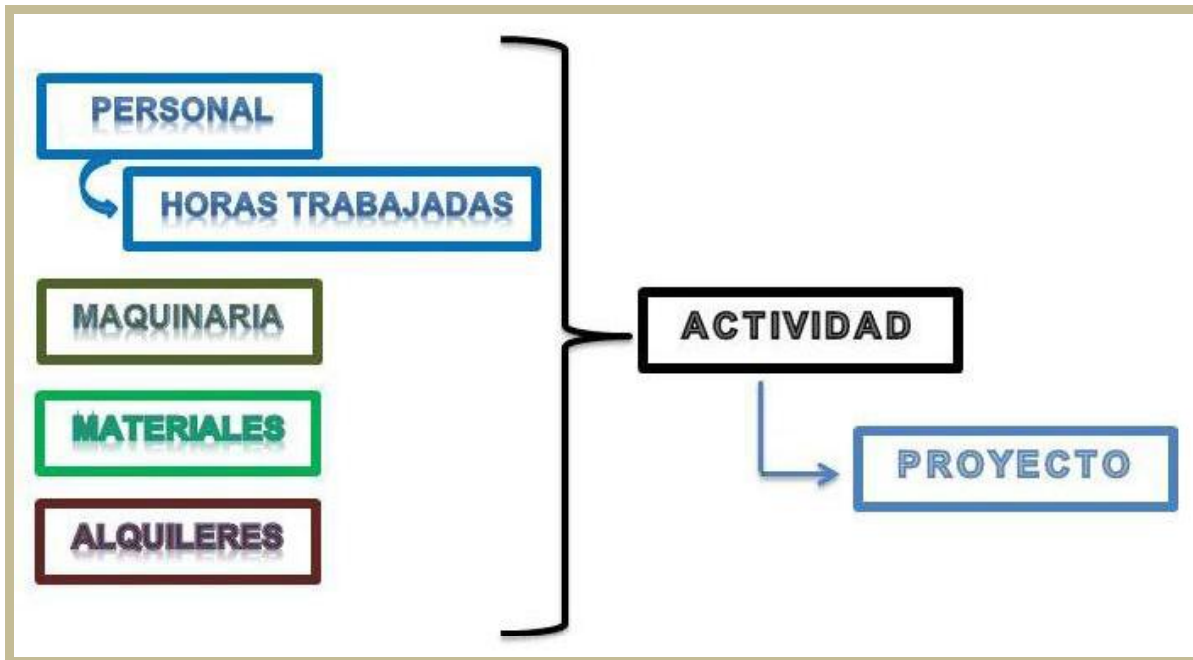


Figura 5. Clasificación de costos por actividad. (Autor, 2014)

Las consultas son la base con que se efectuaron los informes generados por medio de la herramienta de control de costos, entre las consultas que se definieron para el uso de la herramienta y así poder conocer los costos asociados a las actividades ejecutadas se encuentran las de horas hombre trabajadas, costos asociados a cada actividad; incluyendo material y maquinaria, entre otros; igualmente se conoce el costo, que hasta la fecha de interés, ha incurrido en la elaboración de las actividades ejecutadas.

El fin de haber realizado las consultas fue propiamente contar con la información que se requería conocer con mayor periodicidad, pese a esto, no de todas las consultas se generaron informes, ya que algunas de estas arrojan tan sólo un valor resumen de la ejecución de la actividad que se está consultando.

Formularios de trabajo

El formulario de trabajo pretende que se facilite el almacenamiento de información a la herramienta, de esta manera se reduce el trabajo de buscar las tablas una por una y se da una mejor presentación al usuario de la herramienta.

Boletas de control de los recursos del proyecto

Para un adecuado control de los recursos del proyecto se generaron cinco boletas de acuerdo al tipo de información que se pretendía suministrar a la herramienta de control de costos. Cada boleta utilizada se entregaba al encargado de proyecto, maestro de obras o, en caso de contar un bodeguero especial se debe manejar con este. El responsable del manejo de las boletas debía verificar los montos y cantidades de las órdenes de compra del material recibido,

así como la comprobación de que el material entregado fuese el debido.

Boleta de entrada

Por medio de esta boleta se recopilaba la información requerida para que el ingeniero a cargo del proyecto conociera los movimientos de entrada del material, debían de contrarrestar con la información de la orden de compra y/o factura correspondiente por la cual se hacía ingreso de estos materiales. Para el cumplimiento del mismo el encargado del manejo de las boletas recibía con anticipación una copia del material que debía recibir.

La información que se recopilaba por medio de estas boletas era el artículo, o material, la cantidad de entrada, unidad y proveedor de los mismos.

Cada boleta conlleva una numeración lineal de cuatro dígitos con el fin de verificar un control ordenado y concurrente entre fechas y los movimientos registrados. Además de esto debían ser firmada por el encargado del proyecto haciendo constar que las cantidades registradas correspondían a las indicadas, en caso de presentarse alguna variación entre lo indicado en factura y el material recibido se debía de informar al ingeniero a cargo para tramitar las órdenes de cambio con la empresa a la que se le adquirió el material y correspondientemente ante la UEN Administrativa de la empresa.

Boleta de Salida

Al igual que en las boletas de uso de entrada estas boletas debían ser firmadas por un encargado y llevar las indicaciones respectivas. La diferencia que presentan las boletas de salida con respecto a las de entrada, es que por medio de la boleta de salida se especificaba o frente de trabajo al cual se entregaba el material, así como el uso que se pretendía dar al material.

El propósito de esto era, ingresar dicha información a la herramienta de control, a través de esta acción fue como por medio de las consultas efectuadas en la herramienta de Access que se logran determinar los rendimientos en actividades especiales.

Boleta de Maquinaria

Por medio de estas boletas se realizó el control referente a la utilización de máquinas, tanto alquiladas como de la empresa MECO, ya fuese por horas o por rendimientos, en función del control de pago que se realiza del mismo. Se indicaba por medio de estas si la maquinaria utilizada pertenecía a Constructora MECO o si era alquilada a otra empresa, de ser así de igual forma se anotaba.

Además para el control de vagonetas y mezcladoras de concreto se anotaba la cantidad de metros cúbicos o su unidad correspondiente de material entregado. En todo momento se debía de verificar que el marchamo de salida del centro de producción llegara sin alteraciones para corroborar lo indicado en la boleta del proveedor.

Control de Alquiler

Las boletas de alquiler proporcionaban la información referente a los equipos menores que son alquilados por parte del proyecto. Estas boletas contenían los plazos de alquiler, tarifa, proveedor y especificaciones de equipo. Dentro de los equipos a los cuales se les realizó control por medio de estas boletas estaban de soldar, esmeril, compresor entre otros. El propósito del mismo es llevar un control de cuando se debían devolver estos equipos con el fin de no pagar tarifas innecesarias por equipos que no estuvieran siendo utilizados.

Control de actividades ejecutadas

Inicialmente el proyecto contemplaba la medición de la mayoría de actividades involucradas en la ejecución del proyecto de rehabilitación, sin embargo, debido a los atrasos que presentó el proyecto, sólo se pudo ejecutar el control de costos de las actividades iniciales a la realización del proyecto, como son accesos, construcción de instalaciones, doblado de acero y la protección de un talud ante socavación. Esta última actividad pese a no estar considerada dentro de las tareas del cartel de licitación se procedió a cobrar por medio del renglón de pago 109.04, Trabajo a

costos más porcentaje, con lo cual aquellos trabajos adicionales al cartel, pero que son necesarios a fin de proteger la estructura son ejecutados y pagados por medio de este ítem.

Pese a que la finalidad del proyecto fue comparar el costo de las actividades en cuanto a maquinaria, personal y materiales, estas actividades se analizaron desde la perspectiva de ser consideradas o no durante la realización de la cotización del proyecto en la licitación.

Accesos del proyecto.

Para dicha actividad se elaboró un control principalmente de maquinaria y materiales, ya que en ese momento sólo se contaba con el maestro de obras como trabajador del proyecto.

Por tanto se utilizó, para lograr el control del acceso, las boletas de control maquinaria, y entrada de material, como en ese momento únicamente se estaba realizando dicha actividad las boletas de salida se elaboraban sólo de manera diaria con el total de material registrado al final de la jornada de trabajo. Esto permitió conocer el total de material de lastre y piedra que fueron necesarios para crear el acceso a la zona en donde se deben de hincar los pilotes al momento de realizar el recrecido de las fundaciones del puente.

Instalaciones de trabajo

Las actividades que se desarrollaron en este ítem consistieron en la preparación cerramientos perimetrales, construcción de instalaciones de servicios como electricidad, agua potable, acondicionamiento de una oficina móvil, zonas de trabajo techadas, áreas de alimentación, gradas para acceder al puente, acondicionamiento de previos para material, por citar algunas.

Este control se realizó por medio del uso de tres de las boletas de trabajo, horas hombre, entrada y salida de material, en especial las últimas dos ya que en esta actividad se da un consumo importante de materiales menores o de costo bajo, que aunque no implican un porcentaje importante en el costo total del proyecto se planteó controlar que estos no fueran robados dado la facilidad con que pueden ser sustraídos.

Doblado de acero

Esta actividad consistió en la preparación y del acero de refuerzo a utilizar en el recrecido de los elementos de concreto.

Para el adecuado control en la ejecución de esta actividad se hizo uso de la boleta de entrada de material, esto al momento en que el camión con todo el acero llegó al proyecto, se verificaron las cantidades de acero entregadas para revisarlas contra lo indicado en la orden de compra. El uso de esta boleta permitió verificar el faltante de barras #10 y que se enviaron de más barras #11, ante esto se procedió a realizar la respectiva orden de cambio de los materiales. De igual manera se verificaron los demás materiales relacionados con esta actividad como discos de corte, esmeriladora y máquina de soldar, con esto se realizó el ingreso a bodega del material solicitado.

Durante la ejecución del doblado del acero se utilizaban las boletas de salida de material con la correspondiente indicación del material entregado, esto permitió dos aspectos, conocer la cantidad de insumos requeridos para la preparación del acero y determinar con cuanto material se cuenta en bodega al final de realización de los trabajos.

La otra boleta utilizada es la correspondiente al personal que trabajó en la ejecución de los trabajos. Cabe resaltar que esta actividad fue elaborada por tres operarios, sin embargo se determina que con un operario y dos ayudantes o peones se puede ejecutar dicho trabajo, esto no se realizó de esa manera ya que debido al faltante de personal capacitado en la zona del proyecto se contrataron estos trabajadores para tenerlos a disposición durante el proyecto en la realización de trabajos especiales en los cuales se requiera mayor capacidad o conocimiento en los trabajos a ejecutar.

Protección del talud ante socavación

Para lograr determinar el costo de esta actividad se hizo uso de las boletas de control de entrada y salida de material, horas maquinaria y horas hombre. El propósito de ejecutar este trabajo fue con el fin de proteger el talud en uno de los bastiones del puente ante socavación, causado por el aumento del nivel del río a causa de las fuertes lluvias durante los meses de junio y julio.

Inicialmente se planteó la utilización de plástico que evitara la erosión directa del agua con el talud, sin embargo debido a que el nivel del agua sobrepasó en dos metros el nivel de agua esperado el talud se desbordó debido al aumento del nivel freático del talud, ante esto se planteó la construcción de una cuña de piedra bola (diámetro mayor a ochenta centímetros) y concreto en el pie del talud, la finalidad fue proteger el talud ante más socavación, además se realizó un concreto lanzado sobre todo el muro con el propósito de evitar mayor erosión del mismo y desprendimiento de materiales.

grúa, excavadora, todo dependiendo del equipo que se utilizó.

Para mayor comprensión estos son mostrados en el apartado Resultados del presente informe.

Rendimientos

Los rendimientos se plantearon medir directamente en campo con el fin de conocer y determinar los insumos necesarios para la ejecución de aquellas actividades involucradas en la rehabilitación del puente, especialmente aquellas actividades en donde no se tiene amplia experiencia como son el recrecido de elementos de concreto, sustitución de placas de acero, colocación de fibra de carbono, entre otras. Dado que el proyecto se vio paralizado por diversas razones se planteó un mecanismo por el cual a través de la herramienta de control se puedan determinar dichos rendimientos una vez se ejecuten estas labores.

Esto se logra haciendo uso de las boletas de control en sitio, principalmente las de control de horas hombre, salida de material y control de maquinaria. Como en dichas boletas se indica cual es el destino en el que van a ser utilizadas, a través de la ejecución de ciertas consultas se puede determinar la totalidad de estos insumos requeridos para la conclusión de dichos trabajos.

Por ejemplo, la consulta "Personal por Actividad" arroja la suma de horas hombre utilizadas en la ejecución de dicha actividad, lo mismo se logra con las consultas de maquinaria y materiales, a través de estas tres consultas se pueden conocer con certeza que elementos son las que realmente están interviniendo en la ejecución de cada uno de los trabajos realizados en la rehabilitación de la estructura. La consulta indican de manera clasificada las horas y totales por clasificación, por ejemplo cuantas horas capataz, operario y peón, lo mismo con maquinaria, ofrece el total de horas por vagoneta,

Resultados

Herramienta de control de costos.

Se elaboró una herramienta de control de costos para proyectos constructivos, se presenta a continuación por medio de la figura 6, la misma tiene la finalidad de organizar los costos del

proyecto de acuerdo a las actividades que implica la ejecución del mismo.

La figura 6 muestra el menú principal de la herramienta, a la cual se accede al abrir la herramienta de Access.

A través de estas se puede acceder al almacenamiento de los datos referentes a los costos del proyecto y consultar datos reales del proyecto.



Figura 6. Menú principal de la herramienta creada en Access. (Autor, 2014)

Ingresando a través de cada uno de los botones que se muestran en la pantalla principal se podrán realizar las acciones que al usuario más

le interese, por medio del Apéndice 1 (Manual para el uso de la herramienta de control de costos por medio de Microsoft Access 2010) se

explica de manera más detallada el uso de la herramienta, los pasos para el ingreso de datos, como obtener los informes y demás resultados que ofrece la herramienta de control.

Dentro de las características que se pueden mencionar de la herramienta de control es la posibilidad de utilizar los resultados de la herramienta para la creación de tablas de rendimientos, comparar costos ejecutados del proyecto de la misma manera en cómo fue ofertado en el proceso de licitación. Otra de las facilidades que proporciona un adecuado uso de la herramienta es el manejo de inventarios de material, de esta manera se puede conocer en todo momento las cantidades disponibles de material en el proyecto.

Es por medio de la herramienta de control diseñada que se logra dar cumplimiento a los demás objetivos planteados como proyecto final, control y comparación de costos, así como la obtención de rendimientos en actividades de rehabilitación de puentes.

De esta manera se describen a continuación cada uno de los resultados obtenidos por medio de la herramienta.

Control de costos del proyecto

Realizando las consultas debidas a la herramienta se puede conocer en qué monto se ha incurrido en determinada actividad, qué factores han influido en mayor o menor costo y el costo total del proyecto. A continuación se muestran la subdivisión de costos por actividad, mientras que cada actividad se presenta clasificada de acuerdo a los costos de material, personal, maquinaria y demás que ha implicado la ejecución de cada una de las mismas.

Hasta el momento el proyecto se ha enfocado, a la construcción de los accesos para maquinaria al sitio, doblado de acero y en la protección de un talud que presentaba problemas de socavación a causa de las fuertes lluvias del mes de julio, esto debido a la falta de permisos por parte de la entidad administrativa a cargo de los mismos.

Accesos e instalaciones del proyecto.

Esta actividad tiene gran importancia en el proyecto, ya que en la oferta inicial no se contempló de manera adecuada la creación de los accesos por parte del encargado de licitar el proyecto.

El costo total de dicha actividad corresponde a 7.916.301, en el Apéndice 1 (Manual de uso de la herramienta de control de costos por medio de Access 2010) se muestra la manera de obtener los valores mostrados en el presente gráfico.



Gráfico 1. Costos de construir accesos del proyecto.

En cuanto al monto propuesto para la elaboración de dicha actividad se puede observar en el Anexo 5 (Cuadro resumen de costos indirectos del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí) que sólo se dispuso de \$700, monto menor al utilizado en la elaboración de los accesos.

En cuanto a las instalaciones del proyecto, el monto de crear el cerramiento perimetral, compra e instalación de materiales de acometida eléctrica, así como la instalación de la tubería de agua potable, el baño sanitario y techados de trabajo generaron un costo de 2.288.974, subdivididos tal y como se muestra en el Gráfico 4. No se presentan costos de lo referente al alquiler debido a que en esta actividad no se hizo uso de los equipos alquilados.



Gráfico 2. Costos de instalaciones de trabajo

Además se realizaron trabajos para acceder al puente de manera segura, colocación de barandas, construcción de gradas con el uso de materiales de segunda mano propios de la empresa por lo que el monto en materiales es menor a lo que posiblemente se daría.

Para este ítem, en el Anexo 5 (Cuadro resumen de costos indirectos del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí) se muestra que se disponían \$3.275 para la elaboración de dichas instalaciones, lo cual se estima en aproximadamente 1.768.500, monto menor al que se requirió para la conclusión y habilitación de las instalaciones temporales.

Doblado de acero.

Es parte de las tareas correspondientes a la actividad 602C (1) "Varilla de acero para refuerzo" tal y como lo define el cartel de licitación, la propuesta total de la actividad mostrada en el Anexo 3 (Resumen de costos estimados para el ítem 602C (1), "Varilla de acero para refuerzo"), implica el suministro, doblado, armado, perforaciones en concreto existente y la colocación de los anclajes para la adherencia entre el concreto existente y el nuevo, sin embargo solamente se conocen los costos en cuanto al suministro y doblado, los mismo implicaron un costo de 8.388.424, de los cuales por medio de la herramienta se obtiene el siguiente desglose, que se observa en el Gráfico 5.



Gráfico 3. División de costos del ítem 602C (1)

El monto de 240.000 en alquiler corresponde al costo que implica utilizar la máquina de soldar y las esmeriladoras durante aproximadamente los quince días en que se ejecutó dicha tarea. El valor de 813.865 corresponde a los salarios devengados por el personal en lograr el objetivo del doblado de acero.

Protección del talud ante socavación.

Esta actividad debe ser contemplada como un extra del proyecto, ya que no está contemplada dentro del cartel de licitación, la misma se ejecuta a razón de las fuertes lluvias ocasionadas durante el mes de julio en la zona de Sarapiquí, propiciando un costo adicional de 4.597.498 los cuales se desglosan por medio del siguiente cuadro.

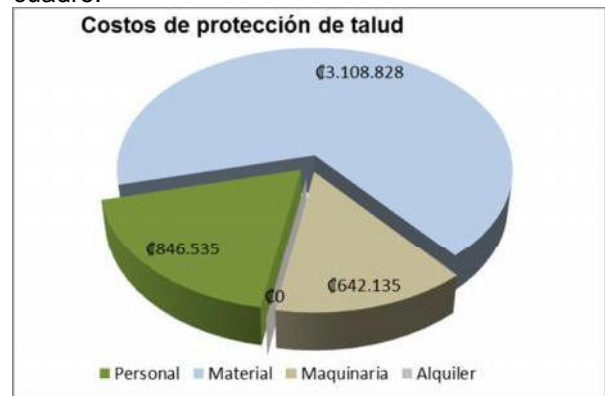


Gráfico 6. Costos por protección del talud

De los materiales, que representan el mayor monto de dicha actividad se subdividen en 558.828 correspondiente a piedra bola y 2.550.000 de concreto premezclado, dicho costo del concreto se muestra elevado ya que al

adquirir el mismo incluía el costo del transporte por medio de chompipa, en comparación del costo de la piedra, la cual no incluye el acarreo, este valor está contemplado en el aspecto de maquinaria, lo cual incluye las horas de vagoneta y el alquiler de la excavadora para la construcción del diente al pie del talud.

Costos fijos del proyecto.

Como parte de la ejecución del proyecto se pueden mencionar algunos costos, entre ellos alquileres, viáticos, cargas sociales que son independientes del uso o no de las herramientas, de que se trabaje o no debido a las condiciones climáticas, esto debido a que en el caso de alquileres se pagan de manera mensual y las cargas sociales y viáticos están ligados directamente al salario del trabajador.

Por medio de la ejecución de las consultas a la herramienta de control se logra determinar que el costo total a la fecha que estos han implicado, monto que corresponde a 4.597.498, clasificados de acuerdo al siguiente gráfico.



Gráfico 7. Costos fijos del proyecto.

Como parte de los costos de alquiler se incluyen el correspondiente a la máquina de soldar (330.000 mensual), esmeriladoras angulares (45.000 mensual) y una oficina móvil (500.000 por cinco meses).

El tema de equipos de seguridad ocupacional generó un costo de 1.124.341 correspondiente a líneas de vida, anclajes, arnés, lentes de seguridad, guantes, equipos de protección especial para soldador entre otros. Sin embargo para dicho ítem si se hizo la consideración respectiva dentro de la licitación,

como parte de los costos indirectos del proyecto, por un monto de \$5.000, lo cual representa un monto cercano 2.700.000, lo cual no afecta los costos del proyecto. Pese a esto se debe considerar que no se han adquirido todos los implementos necesarios, debido a que estos se adquieren conforme se ingresa personal y se ejecutan las actividades relacionadas al proyecto.

Inventarios

Por medio de la misma herramienta de control de costos elaborada para el proyecto, haciendo uso del botón "Materiales en Bodega" mostrado en la interfaz inicial de la herramienta se puede conocer qué cantidad de material se tiene aún disponible para realizar el restante de trabajos, la misma permite tanto al ingeniero como al encargado de la bodega contar con los datos reales de acuerdo a lo registrado por medio de las boletas de entrada y salida de material. (Ver Apéndice 2 Boletas de control de proyecto)

Por medio de estos se puede realizar mensualmente la verificación que el material que registra la herramienta sea con el que realmente se cuenta en el proyecto, de esta manera se controla qué materiales o equipos del proyecto sean robados.

Con el inventario ejecutado se puede conocer el volumen total de material que ha ingresado al proyecto y así conocer el costo total del material adquirido. Por medio del inventario se puede conocer el movimiento de los equipos y accesorios que solicitan los trabajadores para el desarrollo de actividades, el equipo de seguridad entre otros.

Para una mejor observación del resultado de inventario puede observarse el Apéndice 3b (Entrada de Materiales), usando el formulario Inventario de la pantalla de inicio o los informes de Material Colocado y Material Registrado de la herramienta de control.

Consultas e informes

Representan el resultado de la información procesada y almacenada de los trabajos realizados en el proyecto, los informes toman la información generada de las tablas por medio de las consultas previamente definidas. Como parte de los informes que se pueden obtener por medio de la herramienta de control de costos se puede mencionar el costo total de obra, costo por ítem de pago, horas laboradas entre otras. (Ejemplo de cada uno en Apéndice 3 Informes generados por medio de la herramienta de control de costos)

A través de las consultas es que se conocen los totales de material registrados en el proyecto, los montos correspondientes pagados por cargas sociales, los viáticos que se cancelan a cada trabajador entre otras facilidades que se pueden obtener a través del manejo de Access.

De igual forma se puede realizar la consulta de los costos acumulados en cada actividad por medio de las consultas de Material, Personal y Maquinaria por actividad mostradas en la pantalla principal de la herramienta, a fin de comparar con los datos ofertados y realizar su respectivo análisis.

Rendimientos

Como consecuencia de los imprevistos del proyecto no se logró realizar la medición de rendimiento de las actividades propuestas como parte del proyecto, ante esto se determinó crear un mecanismo por medio del cual se logren determinar dichos valores a través de la herramienta de control de costos.

A pesar de, por medio del estudio realizado en materia de rehabilitación de puentes se obtuvieron algunos valores teóricos de rendimiento de las actividades que principalmente interesaba controlar, tal es el caso de la colocación de fibra de carbono, sustitución de placas de acero y recocado de elementos de concreto, datos que deben ser corregidos posteriormente con datos reales tomados en campo.

En todo caso, de ser posible se deben medir los rendimientos de acuerdo al método con que mejor se logren obtener datos representativos, datos que permitirán realizar un desglose de costos de los trabajos que implique la ejecución de cada una de las actividades con el fin de contemplarlas en futuros proyectos.

Por medio de las siguientes imágenes se muestran los datos para dos de las actividades que requieren ser realizadas para la rehabilitación, además se muestra la manera en cómo se obtienen los rendimientos a través de la herramienta de control.

Las Figuras 7 y 8 muestran las tablas de rendimiento de las actividades de acero estructural suministrado, fabricado y erigido y el de colocación para varilla de acero para refuerzo, ambas actividades presentan el mínimo valor requerido a colocar en la ejecución de dicha actividad, en caso de querer consultarse el restante de actividades por medio del botón Productividad de la herramienta de control pueden ser consultadas o en el Apéndice 3. Para esto se le solicitará el código de actividad, a dicho código se puede acceder por medio del botón Lista Actividades de la herramienta de control. Los rendimientos están clasificados por maquinaria y personal necesario para la ejecución de cada una de las actividades, en caso de necesitar rendimientos mayores se recomienda aumentar la cantidad de personal y equipos, en función del aspecto que interese mejorar resultados.

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido	
611 (1)					
Acero estructural suministrado, fabricado y erigido.	Maquinaria	1600	kg/día	1	Tecele
	Maquinaria	1600	kg/día	1	Maquina Soldadora
	Maquinaria	1600	kg/día	1	Grúa 60Ton
	Material	1600	kg/día	30	kg de Soldadura
	Personal	1600	kg/día	2	Peón
	Personal	1600	kg/día	1	Soldador
	Personal	1600	kg/día	1	Gruero

Figura 7. Rendimiento teórico para Acero estructural suministrado, fabricado y erigido.

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido	
602C (1)					
Varilla de acero para refuerzo	Maquinaria	600	kg/día	1	Rotomartillo HILTI
	Maquinaria	600	kg/día	1	Rompedor eléctrico
	Maquinaria	600	kg/día	1	Excavadora de Oruga
	Personal	600	kg/día	2	Peón
	Personal	600	kg/día	1	Operario

Figura 8. Rendimiento teórico de colocación varilla de acero para refuerzo

Para la elaboración de rendimientos y toma de valores de productividad en la construcción siempre lo recomendado será efectuarlo por medio de métodos como el Crew balance, Five minutes rating o Work sampling, a pesar de eso otra manera menos precisa puede ser haciendo uso de valores totales del trabajo ejecutado como el que se puede obtener a través de la herramienta de control. Este mecanismo de medición considera indirectamente los tiempos muertos que conlleva la ejecución de dichas tareas.

La manera de proceder para determinar rendimientos a través de la herramienta consiste en realizar las consultas de personal, maquinaria y materiales por actividad, estas consultas se encuentran como botón en la interfaz principal de

la herramienta de control de costos. Por ejemplo, para la actividad de construcción del acceso al proyecto se requirió de 129 horas capataz, 70 horas de excavadora y 233 de vagoneta, las cuales se utilizaron en acarreo del lastre y movimiento de tierras, así como de 704 metros cúbicos de lastre para lograr que la maquinaria se desplace con facilidad hasta el frente de trabajo. Estos valores por sí no indican nada, pero si indican un monto requerido que debió ser contemplado en la ejecución de la oferta (7.916.301)

Pese a que en esta actividad no se realizó la medición del volumen de material que se extrajo para la construcción del acceso si se debe considerar en próximos casos realizar esta medición.

Control de herramienta		Maquinaria Por Actividad		
Nombre	Clasificaciór	SumaDeHoras_Ordinarias	Costo	Obra Asignada
ExcavadoraMECO	Maquinaria	70	€1.570.800,00	001 (A)
VagonetaMECO	Maquinaria	233	€3.836.345,00	001 (A)
Total			€5.407.145,00	

Tabla 1. Resultado de la consulta Maquinaria por Actividad.

ID	SumaDeHoras_Ordinarias	SumaDeHoras_Extra	Nombre	Apellidos	Salarios
1-5581-0777	94	35	Henry	Martinez Chavarria	€345.740,00
Total					€345.740,00

Tabla 2. Resultado de la Consulta Personal Actividad.

Control de herramienta		Materiales por Actividad		
Cantidad	Destino	Clasificaciór	Nom_Material	Costo
101	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€330.068,00
40	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€130.720,00
42	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€137.256,00
370	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€1.209.160,00
71	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€232.028,00
12	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€39.216,00
68	001 (A)	Material	Lastre fino 3" - Agregados MECO	€222.224,00
*				
704				€2.300.672,00

Tabla 3. Resultado de la consulta Material por Actividad

El caso que se pretende explicar por medio de este método de elaboración de rendimientos implica conocer el volumen de trabajo ejecutado con el fin de conocer cuantas horas hombre y maquinaria o equipo son las requeridas para concretar dicha actividad o en dado caso cual es el avance diario que se espera completar en cada una de las actividades. Es por esto que en las actividades que se pretenda obtener rendimientos a través de la herramienta se debe medir el total del trabajo realizado, por ejemplo la colocación de 14.000kg de acero de refuerzo, la sustitución de 10.00kg de acero estructural en vigas o la hincas de 18 pilotes en la fundación.

Análisis de los resultados

El siguiente análisis se presenta siguiendo el mismo orden en que fueron presentados los resultados en el capítulo anterior, para mayor comprensión de lo que se obtuvo en el desarrollo del proyecto.

El análisis se enfoca en las ventajas de contar con la herramienta y un análisis de los costos actuales con respecto a lo presentado por la empresa en el cartel de licitación del proyecto. Se muestran las ventajas o facilidades que ofrece esta herramienta de control de costos en cuanto a la elaboración de tablas de rendimiento y control de inventario de los materiales entregados al proyecto.

Herramienta de control de costos

Contar con una herramienta de este tipo tiene dos funciones, la primera es en la fase de ejecución del proyecto, permite conocer de manera detallada los costos de las actividades de un proyecto, elaborar un adecuado control, de manera que el ingeniero o encargado de una construcción puede tomar decisiones tempranas y certeras.

La segunda finalidad que tiene la herramienta es en el almacenamiento de datos reales de proyectos de construcción, esto quiere decir que basados en los resultados de proyectos con características similares se podrá, en proyectos futuros, realizar consultas sobre cuáles son los costos en los que se debe de tener mayor atención, otro ejemplo que se puede dar es qué actividades deben ser consideradas, caso particular en este proyecto la no consideración de costos adecuados a la creación de los accesos a la zona de trabajo del proyecto, disminuyendo el margen de utilidad inicial con que contaba el proyecto.

La herramienta de control como parte de sus aplicaciones, está el manejo de inventarios, a partir de este uso se logran dos importantes resultados, el conocer cuantitativamente cuanto material se tiene disponible para la realización de los trabajos, al efectuar la consulta del inventario el usuario conoce la disposición de aquellos consumibles que presenta el proyecto, como ejemplo de estos materiales se pueden mencionar la soldadura, epóxico, gas, oxígeno, materiales los cuales son indispensables contar en el sitio para no ver paralizados los trabajos que se estén efectuando.

El segundo logro importante de realizar un inventario de materiales, se obtiene a través de las boletas de salida y su interacción con la herramienta de control a través del formulario Salida de Material, el indicar hacia qué frente de trabajo se dirigen los materiales permiten efectuar el control de materiales por actividad. Esto posibilita realizar la comparación de cuanto material realmente fue el necesario para la ejecución de dicha actividad y compararlo contra lo dispuesto en las memorias de cálculo de las cotizaciones del proyecto.

Esta característica del control de material, personal y maquinaria, o en general el costo total de cada actividad, permite conocer si se logran los objetivos planteados en la ejecución de las tareas en cuanto al tema de costos, el ingeniero podrá conocer en función del porcentaje de trabajo ejecutado y del costo real al momento de la consulta si será posible o no obtener las utilidades propuestas inicialmente, de esta manera se toman las decisiones necesarias en cuanto a los procesos con que se están ejecutando dichas actividades, si se deben de modificar los procesos constructivos o el número de trabajadores por actividad.

Adicional a los aspectos mencionados anteriormente, del manejo de la herramienta de control de costos, cabe resaltar la posibilidad que brinda la herramienta de control de crear tablas de rendimientos de los procesos constructivos del

proyecto, el contar con los totales de material, horas hombre y horas maquina en la ejecución de una actividad en específico permite modificar los valores supuestos con que se elaboran las licitaciones en los proyectos para los que se participe en un futuro cercano con características similares. Dicho aspecto se toma considerando el volumen total de trabajo ejecutado en cada actividad, es decir material colocado, para esto se dividen los totales de insumos requeridos de personal, materiales consumibles y maquinaria, así se obtiene el porcentaje por unidad de obra requerido para ejecutar dicha tarea. Lo que se pretende lograr es una delimitación detallada de los rubros que inciden en la ejecución de aquellos procesos constructivos en los cuales no se tengan datos certeros y con lo cual evitar en proyectos futuros la afectación económica por la no adecuada cotización de las labores a realizar.

Este aspecto se plantea una vez analizado que, para la actividad de sustitución de elementos de acero en la oferta planteada no se planteó el método y equipos necesarios para la realización de las perforaciones en las placas existentes, así como el costo de las brocas requeridas para dicha tarea. Ante esto es que se pretende la elaboración de tablas de rendimiento para aquellos procesos constructivos que no son comúnmente ejecutados.

Se debe mencionar que como parte de la herramienta de control son parte importante de la misma el contar con boletas de control, detalladas y adecuadas a los requerimientos del proyecto, de no ser así quién deba ingresar los datos al sistema posiblemente no lo haga de manera adecuada.

Como consideración importante a la herramienta cabe mencionar que no está delimitada a las consultas e informes que se presentan en el desarrollo del proyecto, sino que dadas las ventajas que presenta el programa Access se pueden añadir a futuro otras dependiendo de los intereses del usuario, sin embargo; para lo mismo se requiere un nivel de conocimiento sobre el software intermedio, ya que la finalidad de este proyecto no es mostrar al usuario estos temas.

Costos actuales del proyecto

El análisis de costos se realiza de manera individual, es decir, por actividades y no lo correspondiente al cierre total del proyecto o de cada actividad efectuada, debido a que el proyecto sólo cuenta con pequeños avances parciales se ve limitado a poder realizar un análisis comparativo de costos totales por actividad, del avance calendario planteado en la programación del proyecto o una comparación con respecto a los flujos de acuerdo al avance que el proyecto presentara. Esta es parte de las limitaciones producto del retraso en la ejecución del proyecto, ante esto se limita la posibilidad de realizar un análisis de costos totales en cuanto a lo presupuesto contra lo que en realidad se gastó en completar cada actividad de rehabilitación del puente. Debido a que ninguna de las actividades planteadas se ejecutó de forma completa se ve limitado el realizar proyecciones de costos con forme a las actividades ejecutadas.

En cuanto al análisis de los flujos de cajas, es debido a que aún no se factura ninguna de las actividades presentadas en el informe, ya que para esto el proyecto debe contar con un ente encargado de inspección por parte de CONAVI y no se asigna hasta no haber dado la orden de inicio requerida del proyecto. Tampoco se puede comparar de manera global cada una de las tres actividades presentadas en los resultados debido a que ninguna de estas ha sido finalizada en su totalidad, con excepción de la protección al talud, sin embargo este es pagado por medio del ítem 109.04 Trabajo a costo más porcentaje. Ante esto en el análisis lo que se presenta es una estimación de la variación en la utilidad del proyecto con respecto a lo esperado por la empresa Constructora MECO, sin embargo se debe aclarar que no es del todo correcta o definitiva debido a que es tan sólo una pequeña fracción de las actividades totales que el proyecto implica.

Otro de los factores que no se considera en el análisis comparativo de costos es la falta de los reajustes correspondientes al suministro de materiales, no son considerados ya que este se aplica una vez que CONAVI acepta o factura el ítem en cobro, como esto aún no han sido

aprobado por parte de esta unidad administrativa no son considerados, sin embargo de los trabajos presentados en este trabajo sólo el suministro de acero presenta reajuste y este es de carácter positivo por lo que aumenta el ingreso por parte del ítem de suministro de acero.

Accesos e instalaciones del proyecto

Es bien sabido que todo proyecto de construcción, en especial aquellos ligados al tema de infraestructura vial como los puentes, requieren de la creación de accesos al punto en específico en donde se pretenden desarrollar las actividades que el mismo comprende. Ante esto, lo recomendable en todo proyecto es realizar las visitas necesarias con el fin de estimar de manera adecuada los insumos requeridos para la ejecución de dichos accesos. Es de vital importancia la consideración de este aspecto dentro de los costos indirectos del proyecto, ya que en función de la magnitud del proyecto en ejecución así podrán ser las pérdidas en caso de no ser considerados.

El gráfico 3 de la parte de resultados detallan los costos en que se incurrió para la creación del acceso a la fundación de la pila 1 del puente en estudio. El costo de dicha actividad suma un total de 7.916.301, sin embargo para dicha actividad la empresa no tomó las provisiones necesarias estimando tan solo \$700, es decir aproximadamente 378.000, por tanto ese restante se debe de asumir como pérdida, ya que el proyecto deja de percibir ese monto, reduciendo la utilidad neta del proyecto. A esto hay que sumarle que falta por realizar el acceso a la pila 2 del puente, por lo que los costos referentes a esta actividad no han sido ejecutados por completo.

Dichos costos deben ser considerados de mejor forma al momento de elaborar las licitaciones, para esto se recomienda trabajo topográfico, por medio de un levantamiento de puntos de la superficie se logra conocer que volumen de material es requerido para la construcción de los accesos, por tanto, con rendimientos de la empresa en actividades de movimientos de tierra, en la cual la empresa tiene amplia experiencia, se habría logrado una

estimación más cercana de los costos que implicaría dicha actividad.

En cuanto al tema de instalaciones del proyecto, la empresa realizó consideraciones aún mayores que para el tema de los accesos, para este aspecto se consideraron \$2.275, el aproximado a 1.228.500, sin embargo pese a que se consideró un monto representativo este fue menor al ejecutado, 2.288.974 los cuales se consumieron en personal y materiales para el acondicionamiento de las zonas de trabajo, instalación de las acometidas de agua y servicio eléctrico. En total la empresa requirió de 10.205.275 en la construcción y preparación de las zonas de trabajo del proyecto. Sin embargo al haber considerado únicamente 1.768.500 dejará de percibir 8.436.775, de manera porcentual, con respecto a los 930.132.245 ofertados para la ejecución del proyecto, representa un 0,91% de pérdidas. Hay que considerar que, como ingenieros en construcción siempre se busca de qué manera se logra mejorar la utilidad bruta en cada proyecto, para lo cual se hacen grandes esfuerzos para aumentar dichos porcentajes, en este caso a causa de dicho descuido en los costos indirectos del proyecto, el ingeniero a cargo debe buscar la forma de suplir las pérdidas presentadas anteriormente, ante esto es común buscar realizar la subcontratación de actividades específicas las cuales disminuyan el costo planteado para la ejecución de los trabajos. Estas acciones facilitan que la empresa a subcontratar sea la que tenga que asumir los imprevistos que se puedan presentar, sin embargo en algunos casos hay empresas altamente calificadas en la ejecución de ciertos trabajos lo cual reduce el costo de realizarlos por medio del personal directo de la empresa a cargo, en este caso de Constructora MECO.

Doblado del acero

El presente análisis de costos con respecto al ítem 602C (1) Varilla de acero para refuerzo pretende comparar el costo de efectuar el trabajo por medio de personal de la empresa o subcontratarlo a empresas que brindan dichos servicios. Además de esto se trata el tema de la negociación como parte de las estrategias en el tema de adquisición de materiales a través de las empresas que brindan los mismos.

Tal como se muestra en el Gráfico 5 “División de costos del ítem 602C (1)”, del apartado de resultados la actividad presenta un costo de 7.334.559 en el tema de materiales, correspondiente a suministro de varilla de acero de refuerzo. En la memoria de cálculo del proyecto se presenta una estimación de ¢8.845.214 en cuanto al material, se logró una ganancia del 17,1% con respecto al presupuesto planteado. A pesar de, esto se logra por medio de negociación con las empresas encargadas del suministro del material, inicialmente las empresas a cargo del suministro ofrecían precios cercanos a \$1 por kilogramos de acero, pero como se puede constatar por medio de las ofertas realizadas el precio se logró mejorar a \$0,85. Es por esto que se considera que la negociación es un factor importante en la ejecución de los proyectos. Además, hay que sumar a que el precio con el que se cotizó el precio del acero conlleva un reajuste, al mes de julio el porcentaje correspondiente a este ítem era mayor al 10%, lo cual indica que la empresa cobra un monto superior a los ¢9.700.000 de material, esto incrementa la ganancia en cuanto al suministro de acero a casi un 25% del total invertido. Dentro de los factores que igualmente cobra importancia es la variación del precio del dólar, las negociaciones se realizaron durante un período en el cual este rondaba cercano a ¢545 y la cotización del proyecto es realizada en moneda nacional, colones. Este aspecto mejora las utilidades de esta actividad, pero en algunas otras actividades en las cuales se realice la compra del material con precio mayor a los ¢500 podrá generar un incremento en el costo del material con respecto al presupuestado.

El factor negociación en todo proyecto de construcción debe ser bien considerado por parte de la empresa constructora, para esto se recomienda que lo realice una persona con buen carácter, personalidad de liderazgo y capacidad de negociación para no mostrar al postor una postura de necesidad y de esta forma lograr el precio deseado.

Sim embargo esta utilidad no se puede tomar como la definitiva de esta actividad, ya que la misma implica, además del doblado de acero, el anclaje al concreto existente por medio de perforaciones, uso de epóxicos y la configuración del acero que ha sido doblado para concluir con

el recocado tanto de bastiones, pilas y fundaciones del puente.

Otro de los análisis que se pueden realizar en dicho ítem es la comparación entre el costo ofertado por una empresa encargada de brindar el servicio de suministro y doblado de acero, cual ofertó un precio de suministro y doblado de \$1,0 por kilogramo. Considerando una tasa de cambio de 545,0 y que se deben de colocar 14 256 kg de acero en dicho ítem, el monto ronda los 7 769 520,0; comparado con el costo de la realización de esta actividad con personal de la empresa se obtuvo un monto de 8.388.424, presentando una variación de un 7,38% de utilidad, es decir la empresa habría reducido los costos optando por la oferta presentada por dicha empresa de este servicio. (Ver Anexo 6 - Oferta económica suministro y doblado de acero).

Sin embargo hay otros factores que deben ser considerados y no solo el aspecto económico, que se conoce como ingeniería del valor, o valor ganado. Este aspecto considera la capacitación que adquieren los trabajadores por medio de la ejecución de las tareas involucradas en el proyecto y como en otros proyectos pueden aplicar dichas habilidades adquiridas, sin embargo este aspecto no puede ser medido económicamente dentro de un mismo proyecto al ser ejecutado en un plazo relativamente corto.

El otro aspecto que influye en este ítem es el personal requerido para ejecutar dicha actividad, el gráfico 3 muestra que 813.865 son parte del pago de planillas de los trabajadores, este monto fue necesario en tan solo doblar el material, pero la memoria de cálculo del proyecto muestra que se disponen de ¢805.827 para ejecutar por completo dicha actividad. A lo cual se nota que se ha generado un sobrecosto en este aspecto, esto sin contemplar que se requiere de una importante cantidad de horas hombre en la realización de las demás tareas necesarias para completar el ítem 602C (1), que se completa con perforación y colocación del acero de anclaje y de refuerzo de la estructura. Es por esto que se menciona qué, en todo momento se debe buscar la manera de reducir costos en la ejecución de procesos y compra de materiales. Dentro de este monto de personal no están incluidos aspectos como cargas sociales o los viáticos que son pagados a varios de los trabajadores, por lo que el sobrecostos en dicha actividad por parte del personal viene a ser significativamente mayor.

Se puede contemplar que dicho sobre costo se debe a la falta de rendimientos reales en esta actividad, es por esto que más adelante se plantea la toma de rendimientos en las actividades a ejecutar durante el proyecto.

Protección de talud.

El realizar la protección del talud ante los problemas expuestos en la parte metodológica del informe conllevó en un costo de ¢ 4.597.498. Este monto se contempla dentro del ítem 109.04 Trabajo a costo más porcentaje, debido a las disposiciones del ente administrador (CONAVI), monto que es definido por esta institución para cubrir el costo de aquellos trabajos no contemplados en el proyecto, pero que son realmente requeridos para la protección de la estructura, como en este caso se presenta. En cuanto a los trabajos cobrados por medio de este renglón de pago, el contrato establece que solo se podrán cobrar ¢ 80.000.000 en actividades adicionales, o conocidos como adendum. Dentro de trabajos que se estima se deban incorporar al ítem 109.04 se han planteado la sustitución de los apoyos del puente localizados en los bastiones, y la construcción de una losa de aproximación al bastión 1, esto debido a que el impacto ocasionado ante la falta de restricción en las vigas ha generado un asentamiento del bastión mencionado. Por tanto ante estos problemas mencionados anteriormente se debe buscar la manera de que ambas actividades se puedan ejecutar con un monto menor a los ¢75.400.00 disponibles después de la construcción de la protección del talud.

Equipos de protección personal.

Constructora MECO ha implementado como política de su empresa salvaguardar la seguridad de sus trabajadores, y para este proyecto no ha hecho la excepción, es por esto que la rehabilitación del puente Sarapiquí tomó las medidas necesarias para salvaguardar la seguridad de sus trabajadores.

En un principio la empresa decidió participar con un monto de cinco mil dólares \$5.000 (2 725 000,0) asignados al tema de seguridad ocupacional, hasta el momento la empresa consumido 1 124 341 de ese monto,

detallado tal y como se muestra en el Apéndice Informes generados por medio de la herramienta de control de costos – Equipos de seguridad ocupacional”.

La adquisición de estos equipos le garantiza a los trabajadores comodidad, y seguridad a la empresa de que no tendrá que incurrir en gastos a futuro por pago de pólizas e indemnizaciones. Adicionalmente al comprar equipos de seguridad de alta calidad le da la garantía de usar el equipo hasta durante tres años en los distintos proyectos que la empresa maneje.

Otro de los aspectos que se deben considerar al otorgarle dichos equipos a sus trabajadores es el tiempo de ejecución de las labores, el equipo de seguridad le permite al trabajador ejecutar de manera tranquila y confortable las tareas en las cuales pueda tener algún tipo de riesgo asociado.

A manera resumen cabe resaltar que el éxito de todo proyecto consiste en obtener la satisfacción del cliente como del encargado de ejecutar la obra, para lograrlo se debe, por parte de la empresa constructora, cumplir en todo momento con los requerimientos de calidad estipulados, cumplir con los cronogramas y ajustarse a los costos disponibles. Para lograrlo la empresa constructora debe de contar con datos lo más aproximado posibles a los reales, para esto es necesario el correcto uso de la herramienta presentada, para que en futuros proyectos en los que se cuente con trabajos similares realizar las estimaciones de mejor manera y contemplar los recursos y trabajos necesarios para los mismos.

Rendimientos

El tema de rendimientos en proyectos constructivos es un aspecto que presenta mucha variabilidad debido a que todo proyecto presenta características particulares, además de que los trabajos no se realizan en un ambiente controlado.

Pese a estas condiciones, siempre habrá alguna similitud entre los procesos, equipo y materiales utilizados, es por esto que las empresas que buscan un crecimiento y mejora en el desarrollo de sus proyectos buscan contar con datos de rendimientos de cada una de las actividades que

ejecutan para así evitar sobrecostos o imprevistos en el desarrollo de los mismos.

Por tanto en el presente proyecto se planteó la medición de rendimientos en aquellas actividades en las cuales la empresa no cuenta con valores típicos o aproximados a lo que realmente se consume en la ejecución de dichas tareas. Para esto se planteó por medio de la herramienta de control de costos un mecanismo por el cual se puedan medir de manera certera el consumo de materiales y horas hombre y maquina en la ejecución de las actividades de recrecio de elementos de concreto, sustitución de placas de acero y colocación de fibra de carbono como reforzamiento de la losa del puente. Pero, debido a avance en la ejecución de las actividades mencionadas estas no pudieron ser medidas, es por esto que a través de la alimentación de datos por medio de la herramienta elaborada como parte del proyecto de graduación se podrán obtener esos datos finales por volumen de actividad ejecutada.

Por las razones mencionadas, se plantea el estudio de actividades relacionadas a los procesos de rehabilitación, obteniendo datos teóricos de otras instituciones y empresas que brindan dichos servicios a fin de que durante la ejecución de las actividades en el proyecto de rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí se pueda comparar si se obtienen rendimientos similares, o con el propósito de ajustar los datos de acuerdo a las características del proyecto en ejecución.

El objetivo planteado a través de la herramienta de control es obtener datos reales de campo de esas actividades con poco conocimiento debido a la novedad de las mismas, debido a la falta de información que presenta en país en el tema de rehabilitación de puentes. De esta manera, en proyectos futuros le empresa tendrá a mano un estudio real y detallado de las actividades que se deben ejecutar.

Conclusiones

- Los proyectos de rehabilitación de puentes, a pesar de ser estructuras existentes, se debe contemplar un costo importante en la creación de accesos para la rehabilitación de la estructura, principalmente en el movimiento de tierras.

- El no considerar adecuadamente la magnitud de los trabajos de movimiento de tierras le genera una disminución en ingresos al proyecto de 10.205.275.

- A través de la herramienta se determina que la tarea doblado de acero incurrió en un 97,3% del monto destinado al ítem 602C (1) Varilla de acero para refuerzo, del cual sólo se ejecutó un 50% del total de la actividad, incurriendo en un sobrecosto en la conclusión de los trabajos faltantes en cuanto a personal.

- De acuerdo con las ofertas presentadas por las empresas especializadas en el suministro de acero doblado se determina que la empresa disminuye sus costos ya que no debe incurrir en costos de personal en el doblado del acero.

- Se lograron determinar la totalidad de los costos del proyecto, subdividiéndolos en alquileres, materiales, personal, maquinaria y equipos adquiridos en el proyecto.

- La herramienta le permite al usuario controlar el total de cada material destinado a cada frente de trabajo.

- A través de la herramienta de control de costos se logró llevar un control de inventario de los materiales disponibles en el proyecto, permitiendo prever el faltante de alguno para las actividades en desarrollo.

- Los trabajos realizados para protección del talud fueron clasificados de la mejor manera para así realizar el cobro pertinente a la administración (CONAVI) a través del ítem 109.04.

Referencias

- Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). 2007. **El estudio sobre el desarrollo de capacidad en la planificación de rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes, basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica.** San José, Costa Rica.
- Álvarez, M; Coghi, J. 2002. **Diseño de un modelo para el control de costos reales una construcción.** Proyecto para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.
- Artavia, M. 2013. **Apuntes del curso Control de Costos de Construcción.** Programa de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica.
- Chavarry, C. 2010. **Control de costos en obras de construcción civil.** Informe por experiencia para optar por el título de Ingeniero en Estadística e Informática. Universidad de San Martín de Porras. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima, Perú.
- Consejo Nacional de Viabilidad (CONAVI). 2013. **Licitación Pública No. 2012LN- 000016-0DI00. Rehabilitación del Puente sobre el Río Sarapiquí, Ruta Nacional No.4, Sección Las Vueltas de Horquetas – Puerto Viejo de Sarapiquí.** Gerencia de contratación de vías y puentes.
- Contraloría General de la República (CGR). 2014. **Preguntas frecuentes. ¿Qué es el cartel?** . Consultado en febrero del 2014 desde: http://www.cgr.go.cr/htmls_v/accordion_pf_principales_cont_adm_3.html
- Gómez, J. 2014. **Diseño de bases de datos por medio de Access 2010.** Consultado en febrero del 2014 desde: <http://www.pildorasinformaticas.com/vbaAccess>
- Meneses, B. 2014. **Herramienta de control de proyectos Explorer de Constructora MECO S.A.** Guápiles, Limón. Comunicación personal.
- Sandoval, M. 2012. **Costos de Construcción.** Curso de Costos de Construcción. Programa de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica.

Apéndice

Esta sección está compuesta por los siguientes documentos.

1. Manual para el uso de la herramienta de control de costos por medio de Microsoft Access 2010.
2. Boletas de campo para el control de insumos y personal del proyecto rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.
3. Informes generados por medio de la herramienta de control de costos.
4. Registro fotográfico de los trabajos realizados en el proyecto.

Apéndice 1.

Manual para el uso de la herramienta de control de costos por medio de Microsoft Access 2010.

Uso de la herramienta de control de costos en proyectos constructivos [SF1].

Se recomienda contar con un archivo completamente en blanco en donde contenga únicamente la programación básica de la herramienta de control, con el fin de darle un uso exclusivo para cada proyecto.

Ejecutar el archivo “Control de costos Constructora MECO” para dar inicio al uso de la herramienta. Una vez abierto aparecerá la portada donde se encuentran los botones de comando clasificados por Formularios, Informes y Consultas, además de un botón de Mantenimiento con el fin de realizar modificaciones futuras a la herramienta.



La herramienta tiene un uso distinto dependiendo de si es el primer, segundo o posterior uso. En caso de ser la primera vez que se hace uso de la misma se recomienda iniciar con el proceso de ingreso de los datos del personal, asignando los costos hora de maquinaria, personal y alquileres. De igual forma en caso de no contar con un inventario de materiales, se recomienda crear una tabla en la que se contemplen nombre, un código y el costo de cada artículo.

Descripción de los formularios de la pantalla principal.

- Actualizar Personal.

Por medio de la pantalla mostrada, el usuario podrá ingresar los datos personales del personal que interviene en el proyecto, pese a los siete cuadros mostrados en la pantalla son trascendentales los referentes a Nombre, apellidos, ID y la función o cargo para la cual es contratada la persona.

01 Actualizar Personal

Nombre: _____ Apellidos: _____ ID: _____ Edad: _____

Función: [dropdown]

Numero de cuenta: _____ Teléfono: _____

Por medio de esta pantalla se introducen los datos personales de cada trabajador, su función y la cuenta a la cual está asignado.

Por medio de los datos ingresados, la herramienta realiza las correlaciones a otras tablas del control de costos de la herramienta. Automáticamente, ingresados estos datos, son almacenados en la tabla 01 Personal que contiene la información de cada uno de los trabajadores.

En caso de que la función que desempeñe el trabajador se debe proceder al formulario 02 Actualizar Personal que se explica en el siguiente punto.

ID	Nombre	Apellidos	Edad	Funcion	Numero_cuenta	Telefono
1-1102-0283	Benjamin	Meneses Monestel		Ingeniero		
1-5580-0754	German	Vanegas Estrada		Operario		
1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria		Capataz		
1-5581-1674	Roberto	Canton Diaz		Operario		
3-0360-0299	Rolfin	Herrera Ramirez		EncargadoMaquinaria		
5-0190-0141	Jose	Bravo Perez		Operario		

- Actualizar Costos Hora.

Por medio del botón mostrado en la interfaz principal, de la herramienta de control de costos, se accede al formulario de actualización de costos hora. Esta pantalla se utiliza para administrar los costos de personal y maquinaria que tienen costos fijos al momento de realizar la contratación de los mismos.

02 Actualizar Costos Hora

Código de Función: _____ Función: _____ Salario hora: _____

1. Agregar un código a cada función (si existe).
 2. Ingresar el salario asignado a dicha función.
 Cada actividad queda almacenada para ser utilizada por el personal de los trabajadores.

El código de función se puede colocar de manera aleatoria, sin embargo no debe ser repetitivo, para el proyecto en que se dio el primer uso de la herramienta se asignaron códigos de función de manera consecutiva, diferenciando entre maquinaria y personal principalmente.

Funcion	Cod_Funcion	Salario_hora	Unidad
EncargadoMaquinaria	001	€1.727,00	Horas
Capataz	002	€2.360,00	Horas
Operario	003	€1.410,00	Horas
VagonetaMECO	010	€16.465,00	Horas
ExcavadoraMECO	011	€30.000,00	Horas
VagonetaAlquilada	012	€15.000,00	Viajes
ExcavadoraAlquilada	013	€30.000,00	Horas
Cabezal	014	€18.500,00	Horas
Cabezal grúa	015	€17.200,00	Horas
Traileta	016	€2.500,00	Horas
Back hoe MECO	017	€13.200,00	Horas
Low Boy MECO	018	€8.200,00	Horas
Carreta Plana	019	€2.265,00	Horas
Excavadora de Oruga	020	€23.595,00	Horas

La imagen anterior muestra algunos de los códigos utilizados en el almacenaje de los datos que se da por medio de la herramienta, de acuerdo al uso o la necesidad de personal y maquinaria requeridos en el proyecto estos se van agregando por medio del formulario de trabajo.

- **Códigos de materiales.**

Es recomendable que el usuario previo al ingreso de los materiales al proyecto cuente con una lista de los materiales que serán utilizados durante el proyecto, de esta manera una vez que son ingresados al proyecto simplemente se deben de actualizar los costos de cada uno.

Por medio del formulario mostrado en la pantalla, al cual se accede por medio del botón “Códigos Materiales”, el usuario puede hacer uso ordenado de los datos que se almacenan en la tabla de materiales, esto le permite realizar búsquedas de manera ágil y permitiéndole, en caso de ser un material poco convencional, observarlo por medio del cuadro de imagen que presenta el formulario. El uso de códigos en los materiales agiliza el proceso de ingreso de datos referentes a la llegada de materiales al proyecto, ya que en el formulario “Entrada de Materiales” sólo es necesario ingresar el código para ser identificado.

Se debe de asignar la unidad de medida con que son adquiridos los materiales, y que coincida posteriormente con la unidad de entrega de material al momento de ser despachada en el proyecto.

- Manejo de planillas.

Se introducen los períodos de trabajo por medio del botón “Agregar Período”, al presionar el botón, la herramienta le muestra un cuadro de dialogo propio del manejo de las bases de datos, se acepta el mensaje y se procede.



Una vez aceptado el mensaje se procede a ingresar el período de trabajo que interesa agregar al proyecto, se recomienda trabajar los mismos períodos bisemanales de la empresa en que se trabaja, esto por facilidad de manejo de datos.



Después de esto se debe cerrar la ventana y volver a abrir para ingresar las horas de la planilla y demás que utilizaron durante estos días. El abrir y cerrar la ventana le facilita al usuario el ingreso de los datos de manera simple, al solo ir pasando de un registro al siguiente, de esta manera el período de trabajo aparece de primero.

En cuanto a los cuadros de diálogo de Obra asignada, tarea y clasificación se ingresan de la siguiente manera. Obra asignada se refiere al código de actividad al cual se asigna el proyecto, por ejemplo hinca de pilotes, colocación de acero entre otros, estos códigos se generan por medio del formulario “Códigos Materiales”, en cuanto a tarea es un poco más detallada y corresponde a trabajos como soldadura, corte de acero, perforación de concreto, colado de concreto en fundación o bastiones. El cuadro de clasificación se debe ingresar la palabra Personal, que es la clasificación que tienen los trabajadores dentro del control detallado de costos, a fin de poder realizar las consultas e informes que se presentan más adelante dentro de esta guía.

- Códigos de actividades

Se recomienda para el manejo de este formulario utilizar como código los ítems presentados en el cartel de licitación y de igual forma lo referente a actividad.

Código	Actividad
001 (A)	Construcción de accesos

Unidad	Costo unitario
kg	

Los códigos de actividad deben estar ingresados previo al almacenamiento de datos referentes a entrada y salida de materiales, en caso de no haber realizado esto previamente la herramienta creará un cuadro de diálogo al momento de ingresar datos en otros formularios.

- Material Registrado.

Por medio de esta ventana se puede ver el acumulado de material que ha ingresado al proyecto, en qué fecha sucedió la última entrada de material y la ubicación en bodega en caso de contar con varios estantes de almacenamiento de material.

Código artículo	Nom_Material
ANR16MM	Alambre negro recocido de 16mm

Material Recibido	Fecha

Unidad	Costo unitario	Bodega

Imagen/Detalle

Esta ventana funciona únicamente como formulario de consulta, ya que no se ingresan datos, sino que recopila datos ingresados por medio de los demás formularios.

- Inventario.

Por medio de esta ventana, el usuario puede observar las cantidades disponibles del material que ha ingresado al proyecto, al igual que la ventana anterior, el formulario funciona solamente como un objeto de búsqueda o consulta para los casos en que se necesite conocer la ubicación o cantidad disponible del mismo.

07 Vista Inventario

MECO
CONSTRUYENDO PROGRESO

Código Artículo	Nombre Materia	Bodega
LF3PDAM	Lastro fino 3" Agregados MECO	
Cantidad disponible	Material Recibido	Material Entregado
	875	
Costo unitario	Unidad	
₡3.268,00	m3	

El inventario le muestra además al usuario otras características del material que se requiere consultar, tales como costo unitario, que cantidad ha ingresado, cuanto ha salido y donde lo puedo ubicar. En caso de que las casillas de material disponible y entregado parezcan en blanco es debido a que se encuentra intacto en bodegas, es decir, se cuenta con la totalidad del material recibido.

- Registro entrada de Materiales.

A través de esta ventana se registra el ingreso de los materiales requeridos al proyecto, aquellos que serán cargados directamente a las distintas actividades del proyecto.

09 Entrada de Material

MECO
CONSTRUYENDO PROGRESO

Factura	40057839	Fecha	17/05/2014
Código artículo	Nombre Material	Cantidad	Bodega
LF3PDAM	ro fino 3" Agregados M	11	
Recibido (ID)	Nombre	Apellidos	
1 5581 0777	Henry	Martinez Chavarria	
Funcion:	Capataz		

Como parte de los datos requeridos en esta herramienta está el de factura, se recomienda utilizar el mismo número o código de factura del proveedor, para que en caso de realizar algún tipo de modificación al material registrado se facilite la localización del mismo dentro de la base de datos de la herramienta de control de costos.

Para el registro de los materiales, solo es necesario el código de material que presenta en el formulario 05 *Agregar códigos de materiales*, o como se explicó anteriormente agregar tal información, una vez ingresado el código se deben de ingresar lo referente a cantidad, y quien es el encargado de realizar el ingreso de material a la bodega. Este aspecto es muy importante, ya que el encargado de reportar este ingreso toma la responsabilidad de que las cantidades presentadas por medio de facturas correspondan a las que serán archivadas, de no verificar adecuadamente cualquier faltante será cobrado al responsable del manejo de bodega.

El ingreso de toda la información de igual forma quedará respaldada por medio de la boleta de control de material utilizada en campo, la cual debe ser registrada con firma de quien se encarga de verificar las cantidades. (Las boletas se muestran en el Apéndice 2 Boletas de campo para el control de insumos y personal del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí)

- **Salida de Materiales.**

Con este formulario se deben de registrar los movimientos de material de bodega o directamente a colocar en el sitio de proyecto.

Pese a que algunos materiales no son almacenados como es el caso de los agregados y concretos, estos deben de ser administrados por medio de boletas de salida para el buen funcionamiento de la herramienta de control de costos.

08 Boleta Salida de Material

MECO
CONSTRUYENDO PROGRESO

Boleta: Fecha:

Código artículo	Nombre Material	Cantidad
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Solicitado (ID) Nombre Apellidos

Función

Destino

La finalidad de este formulario es generar consultas de la totalidad de material que se utilizó en la ejecución de cada una de las actividades que contemplan el desarrollo del proyecto.

- **Productividad de los procesos constructivos.**

Como parte del desarrollo del proyecto se plantea medir rendimientos en la ejecución de las distintas tareas del proyecto, sin embargo debido a los problemas presentados y falta de permisos que se dieron a lo largo del desarrollo de la práctica profesional estos no pudieron ser medidos en campo. Sin embargo se ingresaron algunos datos de rendimientos teóricos generados por otras empresas con el fin de compararlo a futuro y realizar las modificaciones necesarias.

El ingreso de los rendimientos se hace por medio del formulario *"Rendimientos"*, se deben de ingresar uno por uno los insumos requeridos con el fin de lograr la finalidad de cada actividad, se recomienda ingresar el rendimiento esperado diario o por jornada de trabajo. Los rendimientos presentados en el trabajo corresponden a jornadas de trabajo de ocho horas diarias.

Productividad de procesos constructivos.

MECO
CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Rendimiento	Unidad
002 A	Preparación de superficie de adherencia	16	m ² /día

Insumos	Descripción	Código
	León	006

Cualificacin: Personal

Sin embargo la herramienta permite al usuario generar estos rendimientos reales mediante un proceso inverso de manejo de datos, esto se hace generando las consultas necesarias referentes al costo por actividad de personal, maquinaria y materiales que fueron utilizados, estos valores obtenidos son divididos por la cantidad de trabajo realizado, sean metros cúbicos de concreto, kilogramos de acero, metros cuadrados de fibra de carbono o pintura, litros de impermeabilizante o epóxico entre otras y así obtener el la cantidad de insumos necesarios para concluir con cada uno de los trabajos.

De esta manera, en proyectos futuros de características similares, se podrán generar cotizaciones de acuerdo a rendimientos reales de otros proyectos.

Informes por medio de la herramienta de control de costos.

Previo a generar algunos de los informes que proporciona la herramienta de control, es requerido actualizar los datos almacenados durante el uso de la herramienta mediante el botón “Actualizar Datos”, esto genera que se muestren múltiples cuadros de diálogo los cuales tan sólo deben ser aceptados con el fin de que el programa realice las consultas internas previo a la creación de los informes.

- Material Colocado.

El informe proporciona el total de material que se ha colocado en el proyecto, clasificando material por actividad o zona de trabajo al cual fue asignado. Le genera el monto correspondiente a la totalidad de los materiales que se han asignado a cada actividad.

- Material Registrado.

Es un resumen de las boletas de ingreso de material al proyecto, sin embargo aparece presentado por material y no por boleta.

- Planillas.

Este informe le indica al usuario el monto que se depositará a cada trabajador por concepto de horas trabajadas, la idea del informe es que en caso de que alguno de los trabajadores tenga duda del salario recibido se puede corroborar por medio del informe cuanto fue lo que se debió depositar.

Para esto es necesario el ingreso de las fechas de inicio y final de la bisemana de trabajo, esto debido a que los pagos se hacen de acuerdo a esta jornada de trabajo.

- Costos del proyecto.

Este informe es un resumen de los costos totales que se han generado en el desarrollo del proyecto, clasificando de acuerdo a la forma en que fueron ingresados al sistema, en tal caso alquiler, cargas sociales, materiales, viáticos, maquinaria, salarios de personal y equipos de seguridad.

- Rendimientos por actividad.

Al ejecutar este informe se muestra un cuadro de diálogo que le solicita el código de actividad, se debe ingresar de acuerdo a los ingresados en el formulario "*Códigos de actividades*". Los rendimientos que se presentan hasta el momento son los obtenidos por otras fuentes, de manera que se deben actualizar una vez concluido los trabajos para dicha actividad.

Consultas generadas por medio de la herramienta de control de costos.

El realizar la herramienta de control por medio de la base de datos Access 2010 permite al usuario generar una importante cantidad de consultas clasificadas de acuerdo a las características con que fueron almacenados los datos.


En este caso se presentan algunas de las cuales pueden ser de interés para el encargado de la obra, como son maquinaria, personal y material por actividad. En cada una de las 3 consultas realizadas el usuario debe ingresar el código de actividad al cual está interesado en obtener información.

Otras de las consultas a las cuales puede acceder son; conocer el monto acumulado que se ha pagado en el alquiler de cada equipo, monto por cargas sociales y que cantidad de material se tiene disponible en bodegas.


Apéndice 2.

Boletas de campo para el control de insumos y personal del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.

Control de Alquileres Proyecto Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí Constructora MECO S.A.						
Alquiler: 0001					 CONSTRUYENDO PROGRESO	
Entrada: 01/02/2014		Alquiler de equipos menores				
Cantidad	Descripción - uso	Medidas	Proveedor	Tarifa mes	Fecha inicio	Período

Control de Maquinaria Proyecto Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí Constructora MECO S.A.						
Contratista: Constructora MECO					 CONSTRUYENDO PROGRESO	
Fecha: 01/06/2014						
Placa	Descripción	Horas	Entregable	Cantidad	Boleta	Uso

Control de planillas Proyecto rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí Constructora MECO S.A.							
Control diario de trabajadores							CONSTRUYENDO PROGRESO
Nombre	Apellidos	01/06/2014	Asignación	02/06/2014	Asignación	03/06/2014	Asignación
Henry	Martínez Chavarría	8	Dirección	11,5	Dirección	11,5	Dirección
German	Venegas Estrada	8	Doblado acero	8	Doblado acero	8	Doblado acero
Roberto	Cantón Díaz	8	Doblado acero	8	Doblado acero	8	Doblado acero
José	Bravo Pérez	8	Doblado acero	8	Doblado acero	8	Doblado acero
		04/06/2014	Asignación	05/06/2014	Asignación	06/06/2014	Asignación
Henry	Martínez Chavarría	11,5	Dirección	11,5	Dirección	11,5	Dirección
German	Venegas Estrada	11,5	Protección de talud	11,5	Protección de talud	11,5	Protección de talud
Roberto	Cantón Díaz	11,5	Protección de talud	11,5	Protección de talud	11,5	Protección de talud
José	Bravo Pérez	11,5	Doblado acero	11,5	Doblado acero	11,5	Doblado acero

Control Entrada de material al Proyecto Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí - Constructora MECO S.A.						
Boleta : 0001						 CONSTRUYENDO PROGRESO
Fecha: 01/06/2014						
Director de proyecto: Ing. Benjamín Meneses M.						
Ingreso de Materiales a Bodega.						
Cód.. Artículo	Descripción	Stock Actual	Cantidad Entrada	Proveedor	Unidad	Costo unidad
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -
						₡ -

Recibido: Henry Martínez Chavarría

Entregado: Manuel Miranda Ortiz

Encargado de bodega.

Control de Salida de material Proyecto Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí - Constructora MECO S.A.			
Salida: 0001		 CONSTRUYENDO PROGRESO	
Fecha: 01/06/2014			
Director de proyecto: Ing. Benjamín Meneses M.			
Salida de Material de Bodega.			
Cód. Artículo	Descripción	Cantidad de Salida	Uso - Dirección.

Entrega: Henry Martínez Chavarría

 Encargado de bodega.

Recibe: Roberto Cantón P.

 Solicitante de material

Apéndice 3.

Informes generados por medio de la herramienta de control de costos.

09 Entrada de Material

jueves, 28 de agosto de 2014



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
ANR16MM	0209413	30/05/2014	200		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
BMD38	0209608	03/06/2014	2		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
CP180AM	42387	24/07/2014	6		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	42454	24/07/2014	6		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	42483	25/07/2014	8		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	42489	25/07/2014	8		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	42527	25/07/2014	6		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
DCMD9A	0209608	03/06/2014	50		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
DCPDD9	0209608	03/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EIVCE01	0210334	03/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMCC	0210328	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMCPE	0210328	12/06/2014	45		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMCTSJ	0210334	12/06/2014	200		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMEAD42	0210328	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMPCL	0210334	12/06/2014	6		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMPM	0210328	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
EMPPE	0210328	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESAEGT	0209916	06/06/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESAFB3A	0209916	06/06/2014	5		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
ESAPF	0209916	06/06/2014	7		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESASDK	0209916	06/06/2014	2		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESCO	0210468	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESDS01	0210468	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESEXSP	0210325	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESLVDA	0209916	06/06/2014	5		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESMOM	0210325	12/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESMS01	0210468	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESPFMC	0209916	06/06/2014	5		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
ESRHVO	0209916	06/06/2014	3		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IECCD	0210465	14/06/2014	6		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IECD12	0210465	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IETEMT12	0210465	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IETHGD3	0210465	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IETHGD4	0210465	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IEVC240	0210465	14/06/2014	2		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
IPTASS001	0209608	03/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
LF3PDAM	40057811	17/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057822	17/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057829	17/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057837	17/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057839	17/05/2014	11		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
LF3PDAM	40057846	17/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057849	17/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057850	17/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057908	18/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057927	18/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40057935	18/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058007	19/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058010	19/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058038	19/05/2014	17		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058065	20/05/2014	17		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058069	20/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058073	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058083	20/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058088	20/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058089	20/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058090	20/05/2014	17		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058093	20/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058100	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058111	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058118	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058123	20/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058131	20/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
LF3PDAM	40058138	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058144	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058147	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058153	20/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058154	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058162	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058163	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058164	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058171	20/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058175	20/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058191	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058193	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058194	20/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058196	20/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058219	21/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058227	21/05/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058231	21/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058243	21/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058247	21/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058336	22/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058456	23/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058457	23/05/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
LF3PDAM	40058463	23/05/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058464	23/05/2014	16		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40058465	23/05/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062797	22/07/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062799	22/07/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062800	22/07/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062807	22/07/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062821	22/07/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062832	22/07/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062841	22/07/2014	13		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40062844	22/07/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40063051	24/07/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40063073	24/07/2014	12		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40063149	25/07/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40063152	25/07/2014	15		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
	40063157	25/07/2014	14		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
MAECL01	0210465	14/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
MCAPB	0211118	25/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
MCGC114	0211118	25/06/2014	2		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
MCSCUG	0210465	14/06/2014	2		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
TAIM01	0209608	03/06/2014	1		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD10A60L12	0209413	30/05/2014	32		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Código artículo	Factura	Fecha	Cantidad	Bodega	Recibido (ID)	Nombre	Apellidos
VD11A60L6	0209413	30/05/2014	9		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD2A40L6	0209413	30/05/2014	100		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD4A60L6	0209413	30/05/2014	18		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD5A60L12	0209413	30/05/2014	197		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD5A60L6	0209413	30/05/2014	156		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD5A60L9	0209413	30/05/2014	277		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD8A60L12	0209413	30/05/2014	53		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD8A60L6	0209413	30/05/2014	7		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria
VD8A60L9	0209413	30/05/2014	26		1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria

Consulta de Salario



CONSTRUYENDO PROGRESO

jueves, 28 de agosto de 2014

Funcion	ID	Nombre	Apellidos	Horas Ordinarias	Horas Extras	Salario	Numero de cuenta
Capataz	1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria	32	11	Ø114,460,00	
	1-5581-0777	Henry	Martinez Chavarria	62	25	Ø234,820,00	
Operario	1-5580-0754	German	Vanegas Estrada	32	11	Ø68,385,00	
	1-5580-0754	German	Vanegas Estrada	24	0	Ø33,840,00	
	5-0190-0141	Jose	Bravo Perez	32	11	Ø68,385,00	
	5-0190-0141	Jose	Bravo Perez	24	0	Ø33,840,00	
	1-5581-1674	Roberto	Canton Diaz	32	11	Ø68,385,00	
	1-5581-1674	Roberto	Canton Diaz	24	0	Ø33,840,00	

Costos Totales del proyecto



CONSTRUYENDO PROGRESO

Clasificación	Monto
Alquiler de Equipos	1.670.000,00
Cargas Sociales	1.939.758,60
Materiales	14.764.479,00
Viáticos	1.388.000,00
Maquinaria	6.217.280,00
Salarios de Personal	3.730.305,00
Equipos de seguridad ocupacional	1.124.341,00
Total del Proyecto	30.834.163,60



Rendimiento en proceso constructivo



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido
611 (1)				
	Acero estructural suministrado, fabricado y erigido.	Maquinaria	1 600 kg/día	1 Tecele
		Maquinaria	1 600 kg/día	1 Maquina Soldadora
		Maquinaria	1 600 kg/día	1 Grúa 60Ton
		Material	1 600 kg/día	30 Soldadura
		Personal	1 600 kg/día	2 Peón
		Personal	1 600 kg/día	1 Soldador
		Personal	1 600 kg/día	1 Gruero

Rendimiento en proceso constructivo



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido
602C (1)				
Varilla de acero para refuerzo				
		Maquinaria	600 kg/día	1 Rotomartillo HILTI
		Maquinaria	600 kg/día	1 Rompedor eléctrico
		Maquinaria	600 kg/día	1 Excavadora de Oruga
		Personal	600 kg/día	2 Peón
		Personal	600 kg/día	1 Operario

Rendimiento en proceso constructivo



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido
602B.A				
Reforzamiento de losa con lámina de fibra de carbono CFRP	Maquinaria	40	m2/día	1
	Personal	40	m2/día	4
	Personal	40	m2/día	1
	Personal	40	m2/día	1
				Peón
				Operario
				Técnico CFRP

Rendimiento en proceso constructivo



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido
602 A				
Colocación de formaleta		Personal	40 m2/día	2 Peón
		Personal	40 m2/día	1 Operario
Hormigón estructural clase "B" 280 kg/cm ²		Maquinaria	5 m3/hora	1 Balde para concreto
		Maquinaria	5 m3/hora	1 Grúa 60Ton
		Maquinaria	5 m3/hora	1 Chompipa
		Maquinaria	5 m3/hora	1 Vibrador de concreto 1 1/4"
		Material	5 m3/hora	0,5 Formaleta m2/m3
		Personal	5 m3/hora	1 Operario
		Personal	5 m3/hora	4 Peón
Preparación de superficie de adherencia		Personal	16 m2/día	1 Operario
		Personal	16 m2/día	1 Peón

Rendimiento en proceso constructivo



CONSTRUYENDO PROGRESO

Código	Actividad	Clasificación	Rendimiento	Requerido
601 (12)				
	Pilote de acero estructural hincado	Maquinaria	3 pilote/di	1 Retroexcavadora 420E
		Maquinaria	3 pilote/di	1 Vibrador
		Maquinaria	3 pilote/di	1 Martinete
		Maquinaria	3 pilote/di	1 Grúa 60Ton
		Personal	3 pilote/di	6 Peón
		Personal	3 pilote/di	5 Operario
		Personal	3 pilote/di	1 Operador de Retroexcavadora
		Personal	3 pilote/di	1 Gruero



Apéndice 4.

Registro fotográfico de los trabajos realizados en el proyecto.



















Anexos

Esta sección está compuesta por los siguientes documentos.

1. Sumario de cantidades del cartel de licitación para el proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.
2. Oferta de costos Constructora MECO S.A., del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.
3. Resumen de costos estimados para el ítem 602C (1) "Varilla de acero para refuerzo".
4. Aplicación del renglón 109.04 "Trabajo a costo más porcentaje".
5. Cuadro resumen de costos indirectos del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí. (Salud Ocupacional y accesos del proyecto)
6. Oferta económica suministro y doblado de acero por parte de AGF.

Anexo 1.

**Sumario de cantidades del cartel de licitación para el proyecto
Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.**

Sumario de cantidades					
Licitación Pública No. 2012LN-000016-0DI00					
"Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí, Ruta Nacional No. 4, sección: Las Vueltas de Horquetas- Puerto Viejo de Sarapiquí".					
Renglón de pago	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio Total (€)
109.04	Trabajo a costo más porcentaje	global	1,00	80.000.000,00	
SN	Rehabilitación del puente				
	Mantenimiento general del puente				
107 (4)	Señalamiento horizontal y vertical.	global	1,00		
202 (1)	Remoción de estructuras y obstrucciones.	global	1,00		
206 (1)	Excavación de puentes.	m ³	1.850,00		
403 (1)A	Pavimento bituminoso de 0,05 m de espesor.	m ²	727,00		
601 (3)	Pilotes suministrado de acero estructural	m	239,00		
601 (12)	Pilote de acero estructural hincado	u	17,00		
601 (19)	Pilotes de prueba hincado	u	1,00		
602 A.(2)	Hormigón estructural clase "B" 280 kg/cm ² (ampliación de Bastiones)	m ³	5,00		
602 A(2)	Hormigón estructural clase "B" 280 kg/cm ² (Ampliación de Pilas).	m ³	186,00		
602C (1)	Varilla de acero para refuerzo	kg	14.265,00		
568.01	Adherencia para concreto estructural (sello)	m	250		
568.02	Adherencia para concreto estructural (plaste epóxico)	l	85		
602B.A	Reforzamiento de losa con láminas de fibra de carbono CFRP 2 capas f'scf = 1,9 KN/mm ² , Ecf = 640 Kn/mm, tcf = 0,143 mm.	m ²	959,00		
602B(06)A	Acero de postensión (suministro, fabricación y erección) para reforzar vigas de acero cable externo de L = 9 m JIS 3536, 280 KN.	u	20,00		
602B(06)B	Acero de postensión (suministro, fabricación y erección) para reforzar vigas de acero cable externo de L=11,5 m JIS 3536, 280 KN.	u	5,00		
611 (1)	Acero estructural suministrado, fabricado y erigido.	kg	15.911,00		
611 (1) A	Acero estructural suministrado, fabricado y erigido. Cadena para sistema de prevención de caída 200 KN.	u	10,00		
612 (2)	Baranda de acero para puente	m	210,00		

(CONAVI, 2012)

Anexo 2.

**Oferta de costos Constructora MECO S.A del proyecto
Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.**

LICITACIÓN No.:		Proyecto:		MECO		CONSTRUYENDO PROGRESO	
2012LN-000016-0DDI00		Rehabilitación del Puente sobre el Río Sarapiquí, Ruta Nacional No. 4, Sección: Las Vueltas de Horquetas - Puerto Viejo de Sarapiquí					
Región de pago	Unidad de pago	Cantidad	Descripción	Precio Original (colones)	Monto Original (colones)		
109.04	Global	1,00	Trabajo a costo más porcentaje	80.000.000,00	80.000.000,00		
107 (4)	Global	1,00	Señalamiento horizontal y vertical	2.717.456,53	2.717.456,53		
202 (1)	Global	1,00	Remoción de estructuras y obstrucciones	18.806.382,05	18.806.382,05		
206 (1)	m3	1.850,00	Excavación de puentes	16.762,33	31.010.310,50		
403 (1)A	m2	727,00	Pavimento bituminoso de 0,05 m de espesor.	9,220,12	6.703.027,24		
602 (3)	m	239,00	Pilotes suministrado de acero estructural	113.523,56	27.132.130,84		
601(12)	un	17,00	Pilote de acero estructural hincado	652.138.360,020	11.086.352.120340		
601 (19)	un	1,00	Pilote de prueba hincado	6.209.769,02	6.209.769,02		
602 A.03	m3	5,00	Hormigón estructural clase "B" 280 kg/cm2 (ampliación de bastiones)	284.575,89	1.322.879,45		
602 A(1)	m3	186,00	Hormigón estructural clase "B" 280 kg/cm2 (ampliación de Pilas)	284.575,89	49.211.115,54		
602C (1)	kg	14.256,00	Varilla de acero para refuerzo	1.980,14	28.228.875,84		
568.01	m	250,00	Adherencia para concreto estructural (selló)	105.914,22	26.478.555,00		
568.02	l	85,00	Adherencia para concreto estructural (plaste epóxica)	18.107,65	1.539.150,25		
602B.A	m2	959,00	Suministro de reforzamiento de losa con láminas de fibra de carbono CFRP 2	258.300,00	247.709.700,00		
602B. A.	m2	959,00	Instalación de reforzamiento de losa con láminas de fibra de carbono CFRP 2	104.443,37	100.161.191,83		
602B(06)A	u	20,00	Acero de postensión (suministro, fabricación y erección) para reforzar vigas de acero cable externo de L=9m	3.692.677,70	73.853.554,00		
602B(06)B	u	5,00	Acero de postensión (suministro, fabricación y erección) para reforzar vigas de acero cable externo de L=11,5m	3.692.677,70	18.463.388,50		
611 (19)	kg	15.911,00	Acero estructural suministrado, fabricado y erigido.	5.985,82	95.240.382,02		
611 (1)A	u	10,00	Acero estructural suministrado, fabricado y erigido. Cadena para sistema de prevención de caída 200 KN.	1.035.232,72	10.352.327,20		
612(2)	m	210,00	Baranda de acero para puente.	88.640,22	18.614.446,20		
615 (01)	m2	727,00	Impermeabilidad	51.750,17	37.622.373,59		
616 (9)	m	15,00	Juntas de expansión tipo dentadas t=50 mm.	2.514.120,00	37.711.800,00		
TOTAL					930.175.167,71		

Anexo 3.

**Resumen de costos estimados para el ítem 602C (1)
“Varilla de acero para refuerzo”.**

Resumen de costos propuestos para el ítem 602C (1). No se presentan la memoria de cálculo de forma detallada por ser propiedad privada de la empresa Constructora MECO S.A.

 CONSTRUYENDO PROGRESO Formato de presentación Memoria de cálculo oferta económica			
Proyecto:	Rehabilitación del Puente sobre el Río Sarapiquí, Ruta Nacional No. 4, Sección: Las Vueltas de Horquetas - Puerto Viejo de Sarapiquí		
Licitación No.:	2012LN-000016-0DDI00		
Empresa:	Constructora MECO S.A.		
Contratante:	CONAVI		
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad
602C (1)	Varilla de acero para refuerzo	kg	14256
	Detalle	Unitario	Total
	Maquinaria	348,98	4.975.059
	Personal	58,65	836.114
	Equipo	620,46	8.845.278
			14.656.451

Anexo 4.

Aplicación del renglón 109.04 “Trabajo a costo más porcentaje”.

- 9. Aplicación del renglón de pago 109.04 “Trabajo a costo más porcentaje”.**
- 9.1. Para esta licitación, el CONAVI asignará por concepto de renglón de pago 109.04 del CR-77 “Trabajo a costo más porcentaje” un monto de ¢ 80.000.000,00 (ochenta millones de colones con cero céntimos). El monto asignado a este renglón de pago podrá ser utilizado por la unidad supervisora del contrato, para la autorización de actividades de carácter imprevisible, de conformidad con la normativa vigente.
- 9.2. La suma provisional especificada en el sumario de cantidades, bajo el renglón de pago 109.04 “Trabajo a costo más porcentaje” del CR-77, es una asignación general para sufragar todos aquellos trabajos de naturaleza imprevisible, que no tengan precios unitarios en el contrato y que se ajusten a la normativa vigente y las directrices en vigor, emanadas por el contratante con respecto a este renglón de pago.
- 9.3. La inclusión de este renglón de pago se hace para disponer oportunamente de los recursos que permitan atender dichas contingencias a medida que surjan durante la ejecución del contrato. La utilización de este renglón de pago, está bajo la autoridad y responsabilidad de la unidad supervisora del contrato, quien deberá indicar de qué manera usarlo, con base en el MNP correspondiente. Su inclusión no obliga al CONAVI a su utilización total.

Anexo 5.

**Cuadro resumen de costos indirectos del proyecto Rehabilitación del puente sobre el río Sarapiquí.
(Salud Ocupacional)**

Departamento de Administración de Proyectos
PC-4, PRESUPUESTO DE COSTOS INDIRECTOS



Código Explorer: 13-05

Proyecto: Rehabilitación del Puente sobre el Río Sarapiquí, Ruta Nacional No. 4, Sección: Las Vueltas de Horquetas - Puerto Viejo de Sarapiquí

Duración del proyecto 7 meses

Descripción	Unidad	Mes	Precio (\$)	Cantidad fija (\$)	Total (\$)
3. INSTALACIONES GENERALES					
Oficinas					
Edificio Oficinas		7,00			\$0,00
Alquiler de Oficinas	0,50	7,00	\$500,00		\$1.750,00
Mobiliario Oficinas	1,00	7,00	\$500,00		\$3.500,00
Equipamiento electrónico		7,00			\$0,00
Almacenes y talleres					
Talleres		7,00			\$0,00
Mobiliario Talleres y Bodega		7,00			\$0,00
Bodega	1,00	7,00	\$75,00		\$525,00
Techados para armadura y encofrados	1,00	7,00	\$50,00		\$350,00
Contenedores	1,00	7,00	\$200,00		\$1.400,00
Polvorín		7,00			\$0,00
Acometidas de obra					
Acometidas de agua (Instalación)	1,00	7,00		\$500,00	\$500,00
Acometida Electrica (Instalación)	1,00	7,00		\$500,00	\$500,00
Acometida Telefono. (Instalación)		7,00			\$0,00
Varios		7,00			\$0,00
Campamentos					
Accesos y caminos		7,00			\$0,00
Alquiler de casas	2,00	7,00	\$350,00		\$4.900,00
Preparación terreno	1,00	7,00	\$100,00		\$700,00
Dormitorios		7,00			\$0,00
Laboratorio de calidad					
Equipamiento de laboratorio de control de calidad		7,00			\$0,00
Construcción del laboratorio de control de calidad		7,00			\$0,00
Pruebas externas (IRI, etc)		7,00			\$0,00
Instalación de plantas					
Instalación de Tanque de almacenamiento de combustible		7,00			\$0,00
Instalación de Trituradora		7,00			\$0,00
Instalación de Planta Base Estabilizada		7,00			\$0,00
Instalación de Planta Asfalto		7,00			\$0,00
Instalación Planta de Concreto		7,00			\$0,00
SUBTOTAL INSTALACIONES GENERALES					\$14.125,00
5. SEGURIDAD OCUPACIONAL					
Encargado de Seguridad Ocupacional		7,00			\$0,00
Equipo de protección personal		7,00		\$5.000,00	\$5.000,00
Señalización		7,00		\$2.000,00	\$2.000,00
Salvamento		7,00			\$0,00
Capitaciones					\$0,00
SUBTOTAL SEGURIDAD OCUPACIONAL					\$7.000,00

Anexo 6.

Oferta económica suministro y doblado de acero por parte de AGF.



JOB NUMBER TEST	RELEASE NUMBER 110	REQ. DELIVERY DATE	PAGE 1 of 5
JOB NAME Test Job	CC 0306		BY adm
CUSTOMER CONSTRUCTORA MECO			

MATERIAL TYPE Rebar, Grade 60W, Black				REFERENCE			DRAWING ID				DESCRIPTION Puente Sarapiqui							
Itm	Qty	Size	Length	Mark	Shape	Kgs	A	B	C	D	E	F/R	G	H	J	K	O	BC

Description

R. BASTION

1	33	5	2080	3T8010	T1	107	140	800	100	800	100			140					L11
2	62	5	680	5L2444	2	65	440	240											H04
3	10	5	7900			123													0
105.						295.													
4	12	4	850	4L7510	2	10	100	750											H03
5	82	4	470	4U275	2	38	100	275					100						H06
94.						48.													

Description

PILA

6	28	10	1880	10L1390	2	337	490	1390											H10
28.						337.													
7	36	8	9480	8U8700	2	1356	390	8700					390						H13
8	4	8	8100	8V8103	14	129		2569	2965	2569				591		2500	7965		H
9	2	8	3770	8V3246	2	30	390	3383											H06
10	2	8	3730	8V3245	2	30	390	3336											H06
11	2	8	3680	8V3244	2	29	390	3289											H06
12	2	8	3630	8V3243	2	29	390	3243											H06
13	8	8	7800			248													0
56.						1851.													
14	6	5	11000	5U7100	2	102	1950	7100					1950						H08
15	10	5	9700	5U5200.	2	151	2250	5200					2250						H08
16	12	5	9210	5U8732	2	172	240	8732					240						H08
17	14	5	9180	5U8700	2	199	240	8700					240						H08
18	4	5	8110	5V8106	14	50		2588	2930	2588				900		2426	7782		H
19	12	5	7610	5U7132	2	142	240	7132					240						H08
20	16	5	6300	5U2400	2	156	1950	2400					1950						H08
21	12	5	5710	5U5232	2	106	240	5232					240						H08
22	34	5	5680	5U5200	2	300	240	5200					240						H08
23	50	5	3680	5T1610	T1	286	140	1600	100	1600	100		140						L11
24	12	5	2910	5U2432	2	54	240	2432					240						H08
25	18	5	2890	5L1950	2	81	940	1950											H04
26	58	5	2770	5U2287	2	249	240	2287					240						H08
27	46	5	2770	5C2287	2	198	240	2287					240						H08
28	48	5	2760	5U2282	2	206	240	2282					240						H08
29	18	5	2580	5L2340	2	72	240	2340											H04
30	46	5	1980	5L1740	2	141	240	1740											H04
31	38	5	1880	5U1400	2	111	240	1400					240						H08
32	4	5	1290	5L1050	2	8	240	1050											H04
33	28	5	1280	5U800	2	56	240	800					240						H08
34	8	5	1040	5L800	2	13	240	800											H04
35	34	5	840	5L601	2	44	240	601											H04
36	48	5	730	5L490	2	54	240	490											H04
37	18	5	630	5L390	2	18	240	390											H04



JOB NUMBER TEST	RELEASE NUMBER 110	REQ. DELIVERY DATE	PAGE 2 of 5
JOB NAME Test Job	CC 0306		BY adm
CUSTOMER CONSTRUCTORA MECO			

MATERIAL TYPE Rebar, Grade 60W, Black	REFERENCE	DRAWING ID	DESCRIPTION Puente Sarapiqui
---	-----------	------------	--

Itm	Qty	Size	Length	Mark	Shape	Kgs	A	B	C	D	E	F/R	G	H	J	K	O	BC
1	148	5	600	5L356	2	138	240	356										H04
2	8	5	440	5L240	2	5	200	240										H04
3	2	5	4380	5V2433	2	14	1950	2433										H04
4	2	5	4330	5V2434	2	13	1950	2385										H04
5	2	5	4290	5V2435	2	13	1950	2337										H04
6	2	5	4240	5V2436	2	13	1950	2290										H04
7	2	5	3620	5V1510	T1	11	140	1572	100	1572	100		140					L11
8	2	5	3580	5V1511	T1	11	140	1551	100	1551	100		140					L11
9	2	5	3540	5V1512	T1	11	140	1530	100	1530	100		140					L11
10	2	5	3500	5V1513	T1	11	140	1510	100	1510	100		140					L11
11	2	5	3460	5V1514	T1	11	140	1489	100	1489	100		140					L11
12	2	5	3420	5V1515	T1	11	140	1469	100	1469	100		140					L11
13	2	5	3380	5V1516	T1	10	140	1448	100	1448	100		140					L11
14	2	5	3340	5V1517	T1	10	140	1428	100	1428	100		140					L11
15	2	5	3290	5V1518	T1	10	140	1407	100	1407	100		140					L11
16	2	5	3250	5V1519	T1	10	140	1387	100	1387	100		140					L11
17	2	5	3210	5V1520	T1	10	140	1366	100	1366	100		140					L11
18	2	5	3170	5V1521	T1	10	140	1346	100	1346	100		140					L11
19	2	5	3130	5V1522	T1	10	140	1325	100	1325	100		140					L11
20	2	5	3090	5V1523	T1	10	140	1305	100	1305	100		140					L11
21	2	5	3050	5V1524	T1	9	140	1284	100	1284	100		140					L11
22	2	5	3010	5V1525	T1	9	140	1263	100	1263	100		140					L11
23	2	5	2970	5V1526	T1	9	140	1243	100	1243	100		140					L11
24	2	5	2920	5V1527	T1	9	140	1222	100	1222	100		140					L11
25	2	5	2880	5V1528	T1	9	140	1202	100	1202	100		140					L11
26	2	5	2840	5V1529	T1	9	140	1181	100	1181	100		140					L11
27	2	5	2800	5V1530	T1	9	140	1161	100	1161	100		140					L11
28	2	5	2760	5V1531	T1	9	140	1140	100	1140	100		140					L11
29	2	5	2720	5V1532	T1	8	140	1120	100	1120	100		140					L11
30	2	5	2680	5V1533	T1	8	140	1099	100	1099	100		140					L11
31	2	5	2640	5V1534	T1	8	140	1079	100	1079	100		140					L11
32	2	5	2600	5V1535	T1	8	140	1058	100	1058	100		140					L11
33	2	5	2560	5V1536	T1	8	140	1038	100	1038	100		140					L11
34	2	5	2510	5V1537	T1	8	140	1017	100	1017	100		140					L11
35	2	5	2470	5V1538	T1	8	140	996	100	996	100		140					L11
36	2	5	2430	5V1539	T1	8	140	976	100	976	100		140					L11
37	2	5	2390	5V1540	T1	7	140	955	100	955	100		140					L11
38	2	5	2350	5V1541	T1	7	140	935	100	935	100		140					L11
39	2	5	2310	5V1542	T1	7	140	914	100	914	100		140					L11
40	2	5	2270	5V1543	T1	7	140	894	100	894	100		140					L11
41	2	5	2230	5V1544	T1	7	140	873	100	873	100		140					L11
42	2	5	2190	5V1545	T1	7	140	853	100	853	100		140					L11
43	2	5	2140	5V1546	T1	7	140	832	100	832	100		140					L11
44	2	5	2100	5V1547	T1	7	140	812	100	812	100		140					L11
45	2	5	2060	5V1548	T1	6	140	791	100	791	100		140					L11
46	2	5	2020	5V1549	T1	6	140	771	100	771	100		140					L11
47	2	5	1980	5V1550	T1	6	140	750	100	750	100		140					L11
48	2	5	1940	5V1551	T1	6	140	730	100	730	100		140					L11
49	8	5	7800			97												0
50	12	5	5750			107												0
51	32	5	1200			60												0
894.						3791.												



JOB NUMBER TEST	RELEASE NUMBER 110	REQ. DELIVERY DATE	PAGE 3 of 5
JOB NAME Test Job	CC 0306		BY adm
CUSTOMER CONSTRUCTORA MECO			

MATERIAL TYPE Rebar, Grade 60W, Black				REFERENCE				DRAWING ID				DESCRIPTION Puente Sarapiqui							
Itm	Qty	Size	Length	Mark	Shape	Kgs	A	B	C	D	E	F/R	G	H	J	K	O	BC	

Description

PILA 2

1	26	11	1980	11L1440	2	407	540	1440											H11
						26.	407.												
2	20	10	10000	10L9510	2	1281	490	9510											H10
3	10	10	3900	10L3900	2	250	490	3410											H10
4	10	10	3900	10L3410	2	250	490	3410											H10
						40.	1781.												
5	10	8	10000	8L9610	2	397	390	9610											H06
6	4	8	8100	8V8103	14	129		2569	2965	2569					591		2500	7965	H
7	10	8	3210	8L2820	2	128	390	2820											H06
8	2	8	5190	8V4702	2	41	390	4802											H06
9	2	8	5160	8V4701	2	41	390	4767											H06
10	2	8	5120	8V4700	2	41	390	4733											H06
11	2	8	5090	8V4699	2	40	390	4699											H06
12	8	8	7800			248													0
						40.	1065.												
13	12	5	10510	5U10032	2	196	240	10032						240					H08
14	14	5	10000	5L9760	2	217	240	9760											H04
15	12	5	10000	5L8050	2	186	1950	8050											H04
16	10	5	9350	5U4850.	2	145	2250	4850						2250					H08
17	4	5	8110	5V8106	14	50		2588	2930	2588					900		2426	7782	H
18	26	5	7150	5U3250	2	289	1950	3250						1950					H08
19	14	5	5360	5U4882	2	116	240	4882						240					H08
20	44	5	5330	5U4850	2	364	240	4850						240					H08
21	12	5	4060	5L2110	2	76	1950	2110											H04
22	12	5	3760	5U3282	2	70	240	3282						240					H08
23	50	5	3680	5T1610	T1	286	140	1600	100	1600	100			140					L11
24	8	5	3310	5L1365	2	41	1950	1365											H04
25	120	5	2770	5C2291	2	516	240	2291						240					H08
26	48	5	2760	5C2282	2	206	240	2282						240					H08
27	14	5	2470	5L2230	2	54	240	2232											H04
28	18	5	2400	5L2165	2	67	240	2165											H04
29	66	5	1380	5L1140	2	141	240	1140											H04
30	32	5	1280	5U800	2	64	240	800						240					H08
31	176	5	840	5L601	2	229	240	601											H04
32	48	5	730	5L490	2	54	240	490											H04
33	18	5	630	5L390	2	18	240	390											H04
34	184	5	600	5L356	2	171	240	356											H04
35	2	5	3620	5V1510	T1	11	140	1572	100	1572	100			140					L11
36	2	5	3580	5V1511	T1	11	140	1551	100	1551	100			140					L11
37	2	5	3540	5V1512	T1	11	140	1530	100	1530	100			140					L11
38	2	5	3500	5V1513	T1	11	140	1510	100	1510	100			140					L11
39	2	5	3460	5V1514	T1	11	140	1489	100	1489	100			140					L11
40	2	5	3420	5V1515	T1	11	140	1469	100	1469	100			140					L11
41	2	5	3380	5V1516	T1	10	140	1448	100	1448	100			140					L11
42	2	5	3340	5V1517	T1	10	140	1428	100	1428	100			140					L11
43	2	5	3290	5V1518	T1	10	140	1407	100	1407	100			140					L11
44	2	5	3250	5V1519	T1	10	140	1387	100	1387	100			140					L11
45	2	5	3210	5V1520	T1	10	140	1366	100	1366	100			140					L11



JOB NUMBER TEST	RELEASE NUMBER 110	REQ. DELIVERY DATE	PAGE 4 of 5
JOB NAME Test Job	CC 0306		BY adm
CUSTOMER CONSTRUCTORA MECO			

MATERIAL TYPE Rebar, Grade 60W, Black	REFERENCE	DRAWING ID	DESCRIPTION Puente Sarapiqui
---	-----------	------------	--

Itm	Qty	Size	Length	Mark	Shape	Kgs	A	B	C	D	E	F/R	G	H	J	K	O	BC
1	2	5	3170	5V1521	T1	10	140	1346	100	1346	100		140					L11
2	2	5	3130	5V1522	T1	10	140	1325	100	1325	100		140					L11
3	2	5	3090	5V1523	T1	10	140	1305	100	1305	100		140					L11
4	2	5	3050	5V1524	T1	9	140	1284	100	1284	100		140					L11
5	2	5	3010	5V1525	T1	9	140	1263	100	1263	100		140					L11
6	2	5	2970	5V1526	T1	9	140	1243	100	1243	100		140					L11
7	2	5	2920	5V1527	T1	9	140	1222	100	1222	100		140					L11
8	2	5	2880	5V1528	T1	9	140	1202	100	1202	100		140					L11
9	2	5	2840	5V1529	T1	9	140	1181	100	1181	100		140					L11
10	2	5	2800	5V1530	T1	9	140	1161	100	1161	100		140					L11
11	2	5	2760	5V1531	T1	9	140	1140	100	1140	100		140					L11
12	2	5	2720	5V1532	T1	8	140	1120	100	1120	100		140					L11
13	2	5	2680	5V1533	T1	8	140	1099	100	1099	100		140					L11
14	2	5	2640	5V1534	T1	8	140	1079	100	1079	100		140					L11
15	2	5	2600	5V1535	T1	8	140	1058	100	1058	100		140					L11
16	2	5	2560	5V1536	T1	8	140	1038	100	1038	100		140					L11
17	2	5	2510	5V1537	T1	8	140	1017	100	1017	100		140					L11
18	2	5	2470	5V1538	T1	8	140	996	100	996	100		140					L11
19	2	5	2430	5V1539	T1	8	140	976	100	976	100		140					L11
20	2	5	2390	5V1540	T1	7	140	955	100	955	100		140					L11
21	2	5	2350	5V1541	T1	7	140	935	100	935	100		140					L11
22	2	5	2310	5V1542	T1	7	140	914	100	914	100		140					L11
23	2	5	2270	5V1543	T1	7	140	894	100	894	100		140					L11
24	2	5	2230	5V1544	T1	7	140	873	100	873	100		140					L11
25	2	5	2190	5V1545	T1	7	140	853	100	853	100		140					L11
26	2	5	2140	5V1546	T1	7	140	832	100	832	100		140					L11
27	2	5	2100	5V1547	T1	7	140	812	100	812	100		140					L11
28	2	5	2060	5V1548	T1	6	140	791	100	791	100		140					L11
29	2	5	2020	5V1549	T1	6	140	771	100	771	100		140					L11
30	2	5	1980	5V1550	T1	6	140	750	100	750	100		140					L11
31	2	5	1940	5V1551	T1	6	140	730	100	730	100		140					L11
32	2	5	5800	5V3851	2	18	1950	3851										H04
33	2	5	5770	5V3852	2	18	1950	3817										H04
34	2	5	5730	5V3853	2	18	1950	3783										H04
35	2	5	5700	5V3854	2	18	1950	3749										H04
36	10	5	11600			180												0
37	8	5	7800			97												0
38	12	5	5750			107												0
1064.						4374.												

Total Weight: 13,949 Kgs

Longest Length: 11600



JOB NUMBER TEST	RELEASE NUMBER 110	REQ. DELIVERY DATE	PAGE 5 of 5
JOB NAME Test Job	CC 0306		BY adm
CUSTOMER CONSTRUCTORA MECO			

MATERIAL TYPE Rebar, Grade 60W, Black				REFERENCE	DRAWING ID	DESCRIPTION Puente Sarapiqui												
Itm	Qty	Size	Length	Mark	Shape	Kgs	A	B	C	D	E	F/R	G	H	J	K	O	BC

WEIGHT SUMMARY

TOTAL				STRAIGHT			LIGHT BENDING			HEAVY BENDING		
SIZE	ITEMS	PIECES	KGS	ITEMS	PIECES	KGS	ITEMS	PIECES	KGS	ITEMS	PIECES	KGS
Rebar, Grade 60W, Black												
4	2	94	48	0	0	0	0	0	0	2	94	48
5	149	2063	8460	7	92	771	87	301	1403	55	1670	6286
8	15	96	2916	2	16	496	0	0	0	13	80	2420
10	4	68	2118	0	0	0	0	0	0	4	68	2118
11	1	26	407	0	0	0	0	0	0	1	26	407
	171	2347	13949	9	108	1267	87	301	1403	75	1938	11279

Total Weight: 13,949 Kgs

Longest Length: 11600